

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-36824

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 J	3/00		H 0 4 J 3/00	V
				R
H 0 4 B	10/02		3/14	Z
	10/08		H 0 4 L 1/22	
	10/20		H 0 4 B 9/00	H

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 35 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-185377

(22)出願日 平成7年(1995)7月21日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 武富 久

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 飯野 初美

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 斉藤 千幹

最終頁に続く

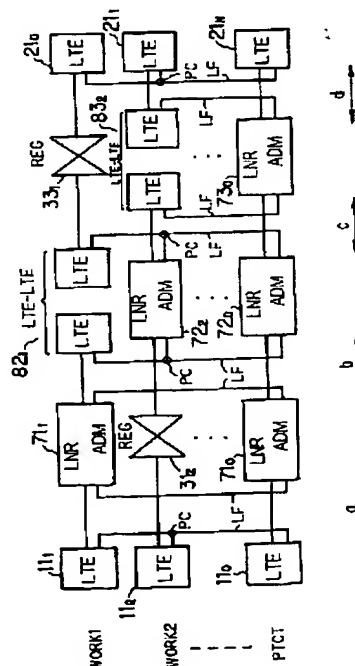
(54)【発明の名称】 光伝送システム及び伝送路切替制御方法

(57)【要約】

【目的】 1:N ライン切替LNR ADMシステムや1:N  
ライン切替ネステッドシステムにおいて、区間毎に伝  
送路の切替を行う。

【構成】 所定区間a、bの光伝送路WORK2の障害発生  
を検出した中継局（あるいは現用端局）72<sub>2</sub>は、予備  
中継局（あるいは予備端局）72<sub>0</sub>、71<sub>0</sub>、11<sub>0</sub>を介  
して該区間の対地の中継局（あるいは現用端局）11<sub>2</sub>  
とK1、K2バイトを送受する。K1バイトを受信した  
対地の中継局（あるいは現用端局）11<sub>2</sub>はブリッジ制  
御を行ってK2バイトを送出し、予備中継局（あるいは  
予備端局）11<sub>0</sub>、72<sub>0</sub>は予備伝送路PTCTの接続を行  
い、K1バイトを送出した中継局（あるいは現用端局）  
72<sub>2</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って  
障害伝送路WORK2から予備伝送路PTCTに切り替わる。

1:Nライン切替 Nested システム



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 オーバヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを光伝送路を介して伝送する光伝送システムにおいて、

N組の現用の端局と、

1組の予備用の端局と、

N組の現用端局間をそれぞれ接続するN本の光伝送路と、

1組の予備用端局間を接続する1本の光伝送路と、

各端局間の光伝送路上に適宜設けられた信号再生装置を備え、

現用及び予備の各端局はそれぞれ、オーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して1:N伝送路切り替え制御を行うオーバーヘッド処理部を有し、

光伝送路の障害発生を検出した現用端局のオーバーヘッド処理部は、予備用端局のオーバーヘッド処理部を介して対地の現用端局のオーバーヘッド処理部とK1、K2バイトを送受しあって、障害伝送路を予備伝送路に切り替えることを特徴とするポイント・ツー・ポイントの光伝送システム。

【請求項2】 オーバヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを光伝送路を介して伝送する光伝送システムにおいて、

N組の現用の端局と、

1組の予備用の端局と、

N組の現用端局間をそれぞれ接続するN本の光伝送路と、

1組の予備用端局間を接続する1本の光伝送路と、

各端局間の光伝送路上に適宜設けられた信号再生装置と、

(N+1)組の一方の端局群に対応して設けられ、オーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して障害伝送路を予備伝送路に切り替える制御を行う第1の伝送路切替制御部と、

(N+1)組の他方の端局群に対応して設けられ、オーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して障害伝送路を予備伝送路に切り替える制御を行う第2の伝送路切替制御部を備え、

第1、第2の伝送路切替制御部は、光伝送路の障害発生を検出した現用端局からの伝送路切替要求に基づいてK1、K2バイトを送受しあって、障害伝送路を予備伝送路に切り替えることを特徴とするポイント・ツー・ポイントの光伝送システム。

【請求項3】 オーバヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを光伝送路を介して伝送する光伝送システムにおいて、

N組の現用の端局と、

1組の予備用の端局と、

N組の現用端局間をそれぞれ接続するN本の光伝送路

と、

1組の予備用端局間を接続する1本の光伝送路と、

N組の現用端局間の光伝送路上に設けられ、伝送路より取り出したデータを分離して出力し、あるいは伝送路にデータを多重化して挿入する中継局と、

各中継局の配設位置に対応する予備の伝送路上の位置に設けられ、前記中継局により区切られた区間毎に、障害伝送路を予備伝送路に切り替える予備伝送路接続装置を備え、

所定区間の光伝送路の障害発生を検出した現用端局あるいは中継局は、予備端局あるいは予備伝送路接続装置を介して該区間の対地の現用端局あるいは中継局とK1、K2バイトを送受しあって、障害伝送路を予備伝送路に切り替えることを特徴とする1:Nネステッド光伝送システム。

【請求項4】 オーバヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを光伝送路を介して伝送する光伝送システムにおいて、

N組の現用の端局と、

1組の予備の端局と、

N組の現用端局間をそれぞれ接続するN本の光伝送路と、

1組の予備端局間を接続する1本の光伝送路と、

N組の現用端局間の光伝送路上に設けられ、伝送路より取り出したデータを分離して出力し、あるいは伝送路にデータを多重化して挿入する中継局と、

各中継局の配設位置に対応する予備の伝送路上の位置に設けられ、前記中継局により区切られた区間毎に、障害伝送路を予備伝送路に切り替える予備伝送路接続装置と、

予備の端局及び前記予備伝送路接続装置に対応して設けられ、オーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行する伝送路切替制御部を備え、

所定区間の光伝送路の障害発生を検出した現用端局あるいは中継局からの伝送路切替要求に基づいて、該区間の伝送路切替制御部は相互にK1、K2バイトを送受しあって、該区間の障害伝送路を予備伝送路に切り替えるように制御することを特徴とする1:Nネステッド光伝送システム。

【請求項5】 N本の現用の光伝送路と1本の予備の光伝送路を有し、該伝送路を介して各局間において、オーバーヘッドを備えたフレームフォーマットでデータを送受する光伝送システムにおける1:N伝送路切替制御方法において、

伝送路の復旧により出される切替解除命令後、切替状態を保持している時間を任意に設定しておき、

伝送路に障害が発生した時、オーバーヘッドに伝送路切り替え用のK1、K2バイトを挿入し、

該K1、K2バイトを予備の伝送路を介して局間で相互

に送受し、  
前記障害伝送路を予備の伝送路に切り替え、  
伝送路の復旧により出される切替解除命令後に前記設定した時間が経過するまで前記切替状態を保持し、  
該時間経過後に予備伝送路から復旧伝送路に切り替えることを特徴とする1:N伝送路切替制御方法。

【請求項6】 N本の現用の光伝送路と1本の予備の光伝送路を有し、該伝送路を介して各局間でオーバーヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを送受すると共に、伝送路に障害が発生した時、オーバーヘッドに伝送路切り替え用のK1、K2バイトを挿入し、該K1、K2バイトを予備の伝送路を介して局間で相互に送受し、前記障害伝送路を予備の伝送路に切り替える1:N伝送路切替制御方法において、  
現用の伝送路上に中継局を設けると共に、各中継局の配設位置に対応する予備の伝送路上の位置に前記中継局により区切られた区間毎に、障害伝送路を予備伝送路に切り替える予備伝送路接続装置を設け、  
光伝送路の障害発生を検出した現用端局あるいは中継局は、予備端局あるいは予備伝送路接続装置を介して対地の現用端局あるいは中継局のオーバーヘッド処理部とK1、K2バイトを送受しあって、区間毎に障害伝送路を予備伝送路に切り替えることを特徴とする1:N伝送路切替制御方法。

【請求項7】 予備伝送路接続装置はそれぞれ、伝送路障害時に自分が管理しなければならない伝送路の番号を予め保持し、  
切替要求レベル及び伝送路番号を有するK1バイト（伝送路切替要求）を受信したとき、該伝送路番号と自分が管理する伝送路の番号とを比較し、  
一致する場合には該K1バイトを取り込んで障害伝送路と予備伝送路との切替制御を行い、  
不一致の場合には、該K1バイトを終端せず次段に送出する請求項6記載の1:N伝送路切替制御方法。

【請求項8】 前記不一致の場合、予備伝送路が使用されているか調べ、  
使用されていない場合には該K1バイトを次段に送出し、  
使用されている場合には、それまで切り替えを実行させていた伝送路切替要求と今回の伝送路切替要求との優先レベルを比較し、  
後から発生した伝送路切替要求の優先レベルが低い場合には、該伝送路切替要求の発行元にK2バイトで切替要求をリジェクトすることを通知し、  
後から発生した伝送路切替要求の優先度が高い場合には、それまでの伝送路切替要求の発行元にK2バイトでリジェクトすることを通知する請求項7記載の1:N伝送路切替制御方法。

【請求項9】 伝送路毎に優先レベルを付加しておき、  
伝送路切替要求の優先レベルが同一の場合には、伝送路

の優先レベルを比較してリジェクトするか否かを決定する請求項8記載の1:N伝送路切替制御方法。

【請求項10】 伝送路毎に優先レベルを付加すると共に、伝送路の優先レベルを伝送路切替要求の優先レベルより高くなるように外部より設定し、  
前記不一致の場合、予備伝送路が使用されているか調べ、使用されていない場合には該K1バイトを次段に送出し、

使用されている場合には、まず、伝送路の優先レベルの大小、ついで、伝送路切替要求の優先レベルの大小を比較して今回の伝送路切替要求をリジェクトするか否かを決定する請求項7記載の1:N伝送路切替制御方法。

【請求項11】 K1バイトの伝送路指定用ビットと共に未使用のオーバーヘッドバイトを伝送路番号を指定するために使用する請求項7記載の1:N伝送路切替制御方法。

【請求項12】 定期的にK1、K2バイトを用いて伝送路切替機能の自己診断（エクササイズ）を行う場合、  
予備端局又は予備伝送路接続装置はK1バイトで指定された現用伝送路と予備伝送路の切り替えを行わず、各現用端局あるいは各中継局はK1、K2バイトの授受が正しく行われているか否かを監視して自己診断を行う請求項6記載の1:N伝送路切替制御方法。

【請求項13】 外部より自己診断開始が要求された時、予備端局又は予備伝送路接続装置は現用伝送路と予備伝送路の切り替えを行わず、自己診断時に現用端局あるいは中継局より予備伝送路接続装置に送られて来る光信号を監視して自己診断を行う請求項6記載の1:N伝送路切替制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光伝送システム及び伝送路に障害が発生した場合の伝送路切替制御方法に係わり、特にN本の現用の光伝送路と1本の予備の光伝送路を有し、該伝送路を介して各局間において、オーバーヘッドを備えたフレームフォーマットでデータを送受する光伝送システム及び該システムにおける1:N伝送路切替制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

・シェルフ

いくつかの基本シェルフを用意し、該基本シェルフを組み合わせて端局、中継局、信号再生装置等を構成し、これらを用いて光伝送システムを構築することが行われている。図34はHS(High Speed)シェルフの構成図、図35はTRIB(Tributary)シェルフの構成図である。HSシェルフ150は図34(a)に示すように、0C-48(2.4Ghz)光伝送路とのインタフェースを行うライン光インタフェース151、152、方路切替用のスイッチ153、アラームインタフェース154、コントロール部155、クロック源156、トリ

ビュタリー側光インタフェース157、トリビュタリー電気インタフェース158等を備えている。ライン光インタフェース151,152はそれぞれ図34(b)に示すように、光信号を電気信号に変換するO/E変換部151a,151b;152a,152b、高次群信号(OC-48の光信号)を3種類の信号STS-1、STS-3C、STS-12cに分離するデマルチプレクサ(DMUX)151c,152c、信号STS-1、STS-3C、STS-12cを多重するマルチプレクサ151s,152dを有している。スイッチ153はデマルチプレクサ151c,152cで分離された3種類の信号をスルーまたはトリビュタリー側にドロップする機能を有している。又、スイッチ153トリビュタリー側から挿入されたSTS-1、STS-3C、STS-12cをE(East)方向又はW(West)方向にスイッチングする。

【0003】TRIBシェルフ160は図35(a)に示すように、低次群信号(DS3×12ch、STS-1×12、OC-3/3c×2ch、OC-12/12c×1ch)のインタフェース161,162と、スイッチ163と、HSシェルフとのインタフェース164を有している。トリビュタリー側インタフェース161,162は図35(b)に示すように低次群信号を信号STS-1、STS-3C、STS-12cに多重化してスイッチ163に入力し、スイッチ163から入力された信号を分離して出力する多重/分離部(MUX/DMUX)161a,162a、局内の多重装置とのインタフェース161b,162bを有している。

#### 【0004】・LTE、LNR ADM、REG

このHSシェルフ150とTRIBシェルフ160を組み合わせることで、図36(a),(b)に示すように光伝送路の端局となるLTE(Line Terminal Equipment)や、図36(c)に示すように、中継局(D/I:Drop/Insert)となるLNR ADM(Linear AddDrop Multiplexer)を構成することができる。又、システムを拡張するような場合、LTE構成の端局を中継局に変更する必要があるが、かかる場合には、図37に示すように2つのLTEをバックツバック接続することにより、Add/Drop機能をもったLNR ADMと同等の機能をもたせて中継局とすることができる。更に、HSシェルフ150のスイッチで信号をスルーすることにより、信号再生装置REG(Regenerator)を構成することができる。尚、図36(a),(b)におけるLTEではHSシェルフの片側のライン光インタフェースのみを使用している。

#### 【0005】・伝送システムの構築

以上のようにして構成したLTEを図38に示すようにOC-48光伝送路の端局(局A、局B)として使用することにより、ポイントツーポイントの光伝送路システムを構築できる。又、図39に示すように、LNR ADMをリング状に接続することにより、リングシステムを構築できる。更に、図40に示すように、端局(局A、局C)としてLTEを、中継局(局B)としてLNR ADMを使用することによりリニアADMシステムを構築することができる。又、図41に示すように、現用、予備を1回線づつ備えた1+1の構成に、2.4Gのスイッチコントローラ(2.4G SW CO

NT)を加えることにより、1+1ライン切替ポイントツーポイントシステムを構築でき、同様に、図42に示すように、現用N回線、予備1回線の1:Nの構成に2.4Gのスイッチコントローラ(2.4G SW CONT)を加えることにより、1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムを構築することができる。

【0006】予備回線のLTE装置に対しても低次群信号をサポートすることができる。このような予備回線のLTE装置が低次群信号をサポートする機能をPCA(Protection Channel Access)という。通常のシステムでは信号の伝送を行えない予備回線を用いてPCA信号を伝送することにより、効率的に光伝送路を利用することができる。尚、現用回線が切り替えられた時には予備回線を用いたPCA信号の伝送は行えなくなる。

#### 【0007】・光信号ラインの切替

1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムにおいて、OC-48光信号ラインの切替に関する情報の授受は、北米の新同期網の規格である、SONET(Synchronous Optical Network)で規定されているオーバーヘッドバイトの内、K1/K2バイトを用いて行われる。

#### 【0008】①フレームフォーマット

図43(a)はSONET STS-3(OC-3)のフレームフォーマット説明図であり、1フレーム9×270バイトで構成され、最初の9×9バイトはセクションオーバーヘッド(Section Overhead)SOH、残りはパスオーバーヘッド(Path Overhead)POH及びペイロード(payload)PLである。セクションオーバーヘッドSOHは、フレームの先頭を表わす情報(フレーム同期信号)、伝送路固有の情報(伝送時のエラーをチェックする情報、ネットワークを保守するための情報等)、パスオーバーヘッドPOHの位置を示すポインタ等を伝送する部分である。又、パスオーバーヘッドPOHは網内でのエンド・ツー・エンドの監視情報を伝送する部分、ペイロードPLは150Mbpsの情報を送る部分である。

【0009】セクションオーバーヘッドSOHは、3×9バイトの中継セクションオーバーヘッド、1×9バイトのポインタ、5×9バイトの多重セクションオーバーヘッドで構成されている。中継セクションオーバーヘッドは、図43(b)に示すように、A1~A2、C1、B1、E1、F1、D1~D3バイトを有している。又、多重セクションオーバーヘッドは、B2、K1~K2、D4~D12、Z1~Z2バイトを有している。中継セクションオーバーヘッド、多重セクションオーバーヘッドには未定義のバイトが多数あり、通信業者によりその使用がゆだねられている。図44はSONET OC-3のフレームを多重化して生成されたSONET OC-12のフレームフォーマット説明図であり、9×9×4バイトのセクションオーバーヘッドSOHと、9×4バイトのパスオーバーヘッドPOHと、9×260×4バイトのペイロードPLで構成されている。同様に、SONET OC-48のフレームも構成される。

【0010】オーバーヘッドバイトのうち、K1バイトは主に切替要求のために用いられ、切替要求のレベルおよび切替ラインを指定する。K2バイトは主にK1バイトに対する応答に用いられ、その他にもシステムのアーキテクチャ、切替モード、AIS (Alarm Indication Signal) / FERRF (Far End Receive Failure) を表すために用いられる。切替要求には信号障害時の切替要求の他に、ロックアウト、フォースドスイッチ、マニュアルスイッチによる切替要求がある。図45、図46にSONETで規定されているK1/K2バイトの並びと、その意味のリストを示す。

#### 【0011】②K1バイト

K1バイトの前4ビットb1～b4は切替要求を表し、後4ビットb5～b8は切替ラインを表し、最大14本の伝送路を指定することができる。Lockout of Protectionは予備伝送路への切替を禁止する切替要求、Forced Switchは人為的な指定伝送路の切替要求であり、切替が行われたなら他に障害が発生してもそちらへ切り替わらない。SF (Signal Failure) は伝送路の信号が失われた時の切替要求であり、HighとLowの2つの優先度がある。SD (Signal Degrade) は伝送路の信号劣化による切替要求であり、HighとLowの2つの優先度がある。なお、SF切替要求の方がSD切替要求より優先度が高い。Manual Switchは人為的な切替要求で、他に障害が発生するとそちらを優先して切り替わるもの、Wait-to-Restoreは障害ラインが復旧した後に切り戻し要求が出されても、所定時間経過してから切り戻しを行う要求、Exerciseは切替動作が正常に行われるかを実際に切り替えて自己診断するもの、No Requestは正常時あるいはブリッジを解除する際等に送るものである。

【0012】切り戻しモードは、切替の要因となる障害等が除去された場合に、切り替えられていたラインがそのままの状態で切り戻されないNon-revertive modeと、切り替えられていたラインが元のラインに切り戻されるRevertive modeの2種類の設定を行う事が出来る。前者は主に1+1の構成の場合に用いられ、後者は1:N構成の場合に用いられる。Revertive modeでは切替要因が除去された後、直ちに切り戻るのではなく、特定の時間後に切り戻るWTR (Wait to Restore) 機能を持っている。これは切替がバタつくのを防止するための機能であり、SONETでは5分～12分の間と規定されている。切替の際にProtection Lineが競合した場合には、切替要求内容のレベルが高い方が優先される。また各ラインには優先度を2段階で設定する事ができ (LOW/HIGH)、切替要求内容が同レベルの場合には、切替ラインの優先度が高い方を切り替える。切替要求内容のレベルが同じで、ラインの優先度も同一の場合には、先に切替要求が発生した方を切り替える。切替要求のレベル、ラインの優先度、および切替要求発生時期が同一の場合は、ライン番号が若いラインを優先して切り替える。これらはSONETで規定さ

れているプライオリティ順序であるが、顧客によってはそれ以外のプライオリティ順序が要求される場合もある。

#### 【0013】③K2バイト

K2バイトのb1～b4ビットは伝送路番号を指定するもので、受信K1バイトのb5～b8がヌルの場合にはヌル (0000) となり、その他の場合には切り替えた伝送路番号となる。b5ビットはネットワーク構成を示すもので、“1”は1+1システムを示し、“0”は1:Nシステムを示す。b6～b8バイトは、切替モードの別、障害内容等を示すものである。切替モードは、片方向の信号だけが切り替わる短方向モード (Uni-directional mode) と、両方向の信号が同時に切り替わる双方向モード (Bi-directional mode) の2種類がある。

#### 【0014】④K1、K2バイトを用いた切替シーケンス

Uni-directional modeの場合、図47(a)に示すように、B局はSFを検出するとK1バイト (Switch request) をA局に送る。A局は受信したK1バイト (Switch request) により指定されたラインに対してブリッジ (Bridge) 制御を行う。Bridge制御とは現用回線と予備回線の両方に同一の信号を送送する制御の事である。A局はBridge制御をおこなった後、受信したK1バイトに対応したK2バイト (Switch response) を対向局 (B局) に送信する。このK2バイトを受信したB局では、Switch制御を行う。Switch制御とは指定された受信方向のライン信号を予備回線に切り替える制御のことである。Bi-directional modeの場合、図47(b)に示すように、B局はSFを検出するとK1バイト (Switch request) をA局に送る。A局は受信したK1バイト (Switch request) により指定されたラインに対してBridge制御を行い、Uni-directional modeと同様にK2バイト (Switch response) を返送すると同時に、Reverse request (RR) を指定したK1バイトを送出する。B局はRRを受信した時には、自局が送出したK1バイトで指定したラインに対し、Switch制御およびBridge制御を行い、対向局 (A局) にK2バイト (Switch response) を送出する。このK2バイト (Switch response) を受信したA局はSwitch制御を行う。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】ところで、現行のSONET規格においては以下の問題点が存在する。すなわち、(1-1) 切替がおこなわれていない時に予備回線を利用して流される信号 (PCA) が、現用回線のエクササイズの実行時に信号断になる。

(1-2) SONETの規格では、障害の重要さによる切替プライオリティが、ラインの重要さによる切替プライオリティより高く設定されている。しかし、ラインの重要さによる切替プライオリティを高く設定することを望むユーザーもあり、かかる場合にはSONET規格では対応できな

い。

(1-3) 1システム当たりの現用回線の数、現行のSONETの規定により、14本以下に制限されており、現用回線が15本以上の1:Nシステムを構築することができない。

【0016】(1-4) 現行のSONET規格は1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムのみ規定するものであり、1:Nライン切替LNR ADMシステムや1:Nライン切替ネステッドシステムについては何も規定していない。1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムにおいては、切替区間は端局から端局の1区間である。すなわち、SONET規格は1区間のライン切替をサポートしているだけであり、伝送路を複数の区間に分けて区間毎にライン切替を行う場合については規定していない。

(1-5) 伝送路を複数の区間に分けて区間毎にライン切替を行う場合には、LNRADM装置(中継局)が切替区間の境目に配置される。かかる場合、K1/K2バイトが入力された時、これを取り込んで終端するか、取り込まず次段にそのままスルーするか等の制御をする必要がある。又、K1/K2バイトを誤って次段に送出した時には、誤った区間でライン切替が生じる。

(1-6) SONET規格はWTR(Wait To Restore)の時間について、漠然と5分~12分と規定しているだけであり、具体的な設定時間や、その間隔等が明確に示されていない。

【0017】又、従来の光伝送システムには以下の問題がある。

(2-1) システム内の各端局に対してはTL-1メッセージを介したクラフトインタフェース、1:N切替機能部に対しては別途独自のクラフトインタフェースを用いてそれぞれ管理・制御しており、別の手順・別のOSから操作を行わなければならなかった。

(2-2) LNR ADM装置ではなくLTE装置を用いて中継局(D/I)局を構成する場合には、スルーの信号も低次群でBack-to-backで接続されるため、その局でのシェルフ数が多くなる問題があった。

(2-3) LTE装置を用いてD/I局を構成する場合にはBack-to-backで接続するため(従来はDS3信号)、スルーするべく信号についても一旦終端されてしまい、SONETで規定されているライン区間とは異なるライン区間になることがある。

【0018】(2-4) 切替を行う際にプロテクションシェルフの多重化部(MUX部)では、現状の入力信号をそれぞれのシェルフ毎に設定された単位(STS1C、3Cまたは、12C)でしか処理できないため、各現用回線の低次群信号が様々な種類の単位で構成されていて、その設定された単位以外で構成された信号が切り替えられた場合には、SONET規格を満たしたままで切り替える事が出来ない。つまり、現用ライン1がOC-3C、現用ライン2がSTS-1で、プロテクションシェルフがSTS-1で設定されている

場合に、現用ライン1が切り替わった時にOC-3CをSTS-1レベルまでに分解してしまう。

(2-5) 1:Nポイントツーポイントを1:Nネステッド切替システムに変更、もしくはその逆の変更をおこなう為には、監視/制御用ユニットを交換する必要がある。

(2-6) 現行のシステムでは、端局のプロテクションラインにはLTE装置を用いなければならない為、増設によりその局が中継局になった場合には、装置を変更する(シェルフを増設)が必要が生じる。

(2-7) 1:Nネステッドシステムにおいて、PCAチャンネルは各中継局間では使用出来ず、端局間でしか使用出来ない。

【0019】以上から本発明の第1の目的は、SONET規格の上記問題点を解決する光伝送システム及び光伝送路切替制御方法を提供することである。本発明の第2の目的は、現用回線のエクササイズの実行時に予備回線を利用して流される信号(PCA)が断にならないようにすることである。本発明の第3の目的は、障害の重要性による切替プライオリティとラインの重要性による切替プライオリティの優先レベルを適宜変更できるようにすることである。本発明の第4の目的は、1システム当たりの現用回線の数、15本以上にあることである。本発明の第5の目的は、伝送路を複数の区間に分けて区間毎に伝送路の切替を正確に行える光伝送システム及び光伝送路切替制御方法を提供することである。本発明の第6の目的は、WTR(Wait To Restore)の時間を変更できるようにすることである。本発明の第7の目的は、従来の光伝送システムが有する上記問題点を除去した光伝送システム及び光伝送路切替制御方法を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的は本発明によれば、オーバーヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを光伝送路を介して伝送する1:Nポイントツーポイント光伝送システムにおいて、現用及び予備の各端局のそれぞれに、オーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して1:Nライン切替制御を行うオーバーヘッド処理部を設けることにより達成される。・・・請求項1

上記第1の目的は本発明によれば、オーバーヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを光伝送路を介して伝送する1:Nポイントツーポイント光伝送システムにおいて、(N+1)組の一方の端局群及び(N+1)組の他方の端局群に対応して、オーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して障害伝送路を予備伝送路に切り替える制御を行う第1、第2の伝送路切替制御部を設けることにより達成される。・・・請求項2

【0021】上記第1、第5の目的は本発明によれば、オーバーヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデ



ータを光伝送路を介して伝送する1:Nネステッド光伝送システムにおいて、伝送路上に設けられると共に伝送路より取り出したデータを分離して出力し、あるいは伝送路にデータを多重化して挿入する中継局と、各中継局の配設位置に対応する予備の伝送路上の位置に、前記中継局により区切られた区間毎に、障害伝送路を予備伝送路に切り替える予備伝送路接続装置(予備中継局)を設けることにより達成される。・・・請求項3、請求項6

上記第1、第5の目的は本発明によれば、オーバーヘッドを備えたフレームフォーマットに従ってデータを光伝送路を介して伝送する1:Nネステッド光伝送システムにおいて、光伝送路上に該伝送路より取り出したデータを分離して出力し、あるいは伝送路にデータを多重化して挿入する中継局を設けると共に、各中継局の配設位置に対応する予備の伝送路上の位置に前記中継局により区切られた区間毎に、障害伝送路を予備伝送路に切り替える予備伝送路接続装置(予備中継局)を設け、更に、予備の端局及び前記予備伝送路接続装置に対応して、オーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行する伝送路切替制御部を設けることにより達成される。・・・請求項4

#### 【0022】

【作用】光伝送路の障害発生を検出した現用端局のオーバーヘッド処理部は、予備端局のオーバーヘッド処理部を介して対地の現用端局のオーバーヘッド処理部とK1、K2バイトを送受する。K1バイトを受信した対地の現用端局のオーバーヘッド処理部はブリッジ制御を行ってK2バイトを送出し、予備端局のオーバーヘッド処理部は予備伝送路の接続を行い、K1バイトを送出した現用端局のオーバーヘッド処理部はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路から予備伝送路に切り替わる。このようにすれば、1:Nライン切替ポイントツーポイント光伝送システムにおいて、K1/K2バイトを用いてラインを切り替えることが可能となる。・・・請求項1

【0023】光伝送路の障害発生を検出した現用端局は第1の伝送路切替制御部に切替要求を出す。これにより、第1の伝送路切替制御部は第2の伝送路切替制御部にK1バイトを送出する。第2の伝送路切替制御部はK1バイトを受信すると前記現用端局の対向局にブリッジを指示し、該現用端局はブリッジ制御を行う。ついで、第2の伝送路切替制御部は第1の伝送路切替制御部にK2バイトを送出する。以後、第1、第2の伝送路切替制御部は予備端局に接続を指示し、予備端局は予備伝送路の接続を行う。しかる後、第1の伝送路切替制御部はK1バイトを送出した現用端局にスイッチを指示し、該現用端局はスイッチ制御を行って障害伝送路から予備伝送路に切り替わる。このようにすれば、1:Nライン切替ポイントツーポイント光伝送システムにおいて、K1/K2バイトを用いてラインを切り替えることが可能となる。・・・請求項2

【0024】所定区間の光伝送路の障害発生を検出した中継局(あるいは現用端局)は、予備伝送路接続装置(あるいは予備端局)を介して該区間の対地の中継局(あるいは現用端局)とK1、K2バイトを送受する。K1バイトを受信した対地の中継局(あるいは現用端局)はブリッジ制御を行ってK2バイトを送出し、中継局(あるいは予備端局)は予備伝送路の接続を行い、K1バイトを送出した中継局(あるいは現用端局)はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路から予備伝送路に切り替わる。このようにすれば、1:Nライン切替LNR ADMシステムや1:Nライン切替ネステッドシステムにおいて、区間毎に伝送路の切替を行うことができる。・・・請求項3、請求項6

【0025】所定区間における光伝送路の障害発生を検出した中継局(あるいは現用端局)は、第1の伝送路切替制御部に切替要求を出す。これにより、第1の伝送路切替制御部は前記区間の第2の伝送路切替制御部にK1バイトを送出する。第2の伝送路切替制御部はK1バイトを受信すると前記中継局の対向局にブリッジを指示し、該局はブリッジ制御を行う。ついで、第2の伝送路切替制御部は第1の伝送路切替制御部にK2バイトを送出する。以後、第1、第2の伝送路切替制御部は予備伝送路接続装置に接続を指示し、予備伝送路接続装置は予備伝送路の接続を行う。しかる後、第1の伝送路切替制御部はK1バイトを送出した現用端局にスイッチを指示し、該現用端局はスイッチ制御を行って障害伝送路から予備伝送路に切り替わる。このようにすれば、1:Nライン切替LNR ADMシステムや1:Nライン切替ネステッドシステムにおいて、区間毎に伝送路の切替を行うことができる。・・・請求項4

【0026】伝送路の復旧により出される切替解除命令後に切替状態を保持している時間(WTR時間)を任意に設定しておき、伝送路に障害が発生した時、該障害伝送路を予備の伝送路に切り替え、伝送路の復旧により出される切替解除命令後、前記設定した時間が経過するまで前記切替状態を保持し、該時間経過後に予備伝送路から復旧伝送路に切り替える。このようにすれば、WTS時間を任意に設定することができる。・・・請求項5

【0027】現用の伝送路上に中継局を設けると共に、各中継局の配設位置に対応する予備の伝送路上の位置に前記中継局により区切られた区間毎に、障害伝送路を予備伝送路に切り替える予備伝送路接続装置(予備中継局)を設ける。各予備伝送路接続装置は、伝送路障害時に自分が管理しなければならない伝送路の番号を予め保持し、切替要求レベル及び伝送路番号を有するK1バイト(伝送路切替要求)を受信したとき、該伝送路番号と自分が管理する伝送路の番号とを比較し、一致する場合には該K1バイトを取り込んで障害伝送路と予備伝送路との切替制御を行い、不一致の場合には、該K1バイトを終端せず次段に送出する。このようにすれば、K1/

K 2バイトが入力された時、終端するか、取り込まず次段にそのままスルーするか等の判断を正確に行うことができる。この結果、K 1/K 2バイトを誤って次段に送出して誤った区間でライン切替が生じるような事態を防止できる。・・・請求項7

【0028】K 1バイトを受信したとき、K 1バイトの伝送路番号と自分が管理する伝送路の番号とを比較し、不一致の場合には予備伝送路が使用されているか調べ、使用されていない場合には該K 1バイトを次段に送出し、使用されている場合には、それまで切り替えを実行させていた伝送路切替のK 1バイトと今回のK 1バイトとの優先レベルを比較する。そして、後から発生したK 1バイトの優先レベルが低い場合には、該K 1バイト発行元にK 2バイトで切替要求をリジェクトすることを通知し、後から発生したK 1バイトの優先レベルが高い場合には、前のK 1バイト発行元にK 2バイトでリジェクトすることを通知する。又、伝送路毎に優先レベルを付加しておき、K 1バイトの優先レベルが同一の場合には、伝送路の優先レベルを比較してリジェクトするか否かを決定する。このようにすれば、切替要求レベル、ライン毎の優先レベルに基づいてより重要な伝送路の救済ができる。・・・請求項8、9

【0029】伝送路の優先レベルを切替内容の優先レベルより高くなるように外部より設定し、前記番号不一致の場合、予備伝送路が使用されているか調べ、使用されていない場合には該K 1バイトを次段に送出し、使用されている場合には、まず、伝送路の優先レベルの大小、ついで、K 1バイトの優先レベルの大小を比較して切替要求をリジェクトするか否かを決定する。このようにすれば、ユーザの要望に応じて優先レベルを任意に設定して切替制御ができる。・・・請求項10 K 1バイトの伝送路指定用ビットと共に未使用のオーバーヘッドバイトを、伝送路番号を指定するために使用する。このようにすれば、現用回線が15本以上の1:Nシステムを簡単に構築することができる。・・・請求項11

【0030】定期的にK 1、K 2バイトを用いて伝送路切替機能の自己診断(エクササイズ)を行う場合、予備伝送路接続装置はK 1バイトで指定された現用伝送路と予備伝送路との切り替えを行わず、各端局あるいは各中継局はK 1、K 2バイトの授受が正しく行われているか監視して自己診断を行う。あるいは、外部より自己診断開始が要求された時、予備伝送路接続装置は現用伝送路と予備伝送路の切り替えを行わず、自己診断時に端局あるいは中継局より予備伝送路接続装置に送られて来る高次群の光信号を監視して自己診断を行う。以上のようにすれば、現用回線のエクササイズの実行時に予備回線を利用して流される信号(PCA)が断になることはない。・・・請求項12、13

【0031】

【実施例】

(A) 本発明を適用できるシステム

本発明はN本の現用回線と1本の予備回線を備え、現用回線に障害が生じた時にK 1/K 2バイトを用いて予備回線に切り替わる光伝送システムである。図1～図3は本発明を適用できる光伝送システムであり、図1は1:Nライン切替ポイントツーポイントシステム、図2は1:Nライン切替LNR ADMシステム、図3は1:Nライン切替ネステッドシステムである。各図において、11<sub>1</sub>～11<sub>N</sub>は一方の現用端局、11<sub>0</sub>は一方の予備端局、21<sub>1</sub>～21<sub>N</sub>は他方の現用端局、21<sub>0</sub>は他方の予備端局であり、それぞれLTEにより構成されている。31<sub>0</sub>～31<sub>N</sub>、32<sub>0</sub>～32<sub>N</sub>、33<sub>0</sub>～33<sub>N</sub>は信号再生装置REG、71<sub>0</sub>～71<sub>N</sub>、72<sub>0</sub>～72<sub>N</sub>、73<sub>0</sub>～73<sub>N</sub>(図2)はLNR ADM構成の中継局であり、予備回線PTCT、各現用回線WORK1～WORKNの中間に設けられるもの、82<sub>1</sub>、83<sub>2</sub>(図3)は2つのLTEをバックツーバック接続してLNR ADMと同一の機能をもたせた中継局(LTE-LTE)である。又、PCはフォトカプラ、LFは光ファイバである。図1の1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムにおいては、N本の現用回線(光伝送路)WORK1～WORKNと1本の予備回線(光伝送路)PTCTが設けられ、N本の現用回線WORK1～WORKNの両端にはLTE構成の現用端局11<sub>1</sub>～11<sub>N</sub>、21<sub>1</sub>～21<sub>N</sub>が接続され、又、1本の予備回線PTCTの両端にはLTE構成の予備端局11<sub>0</sub>、21<sub>0</sub>が接続されている。各伝送路には、伝送距離を伸ばすために信号再生装置REG 31<sub>0</sub>～31<sub>N</sub>、32<sub>0</sub>～32<sub>N</sub>、33<sub>0</sub>～33<sub>N</sub>が適所に配設され、又、各端局間はフォトカプラPCを介して光ファイバLFにより接続され、所定の現用回線に障害が発生した時に予備回線に切り替わるようになっている。尚、1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムでは切替区間は端局間である。

【0032】図2の1:Nライン切替LNR ADMシステムにおいては、N本の現用回線(光伝送路)WORK1～WORKNと1本の予備回線(光伝送路)PTCTが設けられ、N本の現用回線WORK1～WORKNの両端にはLTE構成の現用端局11<sub>1</sub>～11<sub>N</sub>、21<sub>1</sub>～21<sub>N</sub>が接続され、又、1本の予備回線PTCTの両端にはLTE構成の予備端局11<sub>0</sub>、21<sub>0</sub>が接続されている。各現用回線WORK1～WORKNにはLNR ADM構成の中継局(D/I) 71<sub>1</sub>～71<sub>N</sub>、72<sub>1</sub>～72<sub>N</sub>、73<sub>1</sub>～73<sub>N</sub>が同一のスペンで配設されている。又、現用回線におけるLNR ADMの配設位置と同一の予備回線PTCTの位置にはLNR ADM構成の中継局71<sub>0</sub>～73<sub>0</sub>が設けられ、更には、各端局間、各中継局間はそれぞれはフォトカプラPCを介して光ファイバLFにより接続されている。図2の1:NリニアADMシステムでは、各現用回線WORK1～WORKNの4区間a、b、c、dに障害が発生した時、該区間の予備回線に切り替わるようになっている。

【0033】図3の1:Nライン切替ネステッドシステムにおいては、N本の現用回線(光伝送路)WORK1～WORKNと1本の予備回線(光伝送路)PTCTが設けられ、N本の現用



回線WORK1~WORKNの両端にはLTE構成の現用端局 $11_1 \sim 11_N$ 、 $21_1 \sim 21_N$ が接続され、1本の予備回線PTCTの両端にはLTE構成の予備端局 $11_0$ 、 $21_0$ が接続されている。各現用回線WORK1~WORKNには、LNR ADM構成の中継局(D/I) $71_1$ 、 $72_2$ や信号再生装置REG $31_2$ 、 $33_1$ が適宜設けられている。又、2つのLTEをバックツーバック接続してなる中継局LTE-LTE $82_1$ 、 $83_2$ も適宜配備されている。現用回線WORK1~WORKNにおける各中継局(LNR ADM, LTE-LTE)の配設位置に対応する予備回線PTCT上の位置には、LNR ADM構成の中継局 $71_0 \sim 73_0$ が設けられ、更には、各端局間、各中継局間はそれぞれはフォトカプラPCを介して光ファイバLFにより接続されている。図3において現用回線WORK1に関しては、中継局により区切られた3区間a, b, c~d毎に障害伝送路を予備伝送路に切り替わるようになっており、現用回線WORK2に関しては中継局により区切られた3区間a~b, c, d毎に障害伝送路を予備伝送路に切り替わるようになっている。

【0034】以上のように、各システムは最大N本の現用回線WORK1~WORKNと1本の予備回線PTCTを持ち、LTE(Line Terminal Equipment)装置、LNR ADM(Linear Add Drop Multiplexer)装置およびREG(Regenerator)装置の3種類の装置によって構成される。LTE装置は現用回線に用いられる場合と、予備回線に用いられる場合があり、それぞれ装置動作(モード、特に切替時の動作/K1, K2バイトの処理)が異なる。それらの装置動作(モード)は、OHB処理部(後述)に対してOSインタフェースからモード設定を行うことにより設定される。また、現用回線のLTE装置はもちろんだが、予備回線のLTE装置に対しても低次群信号をサポートする事が出来る。このような予備回線のLTE装置が低次群信号をサポートする機能をPCA(Protection Channel Access)といい、効率的に光ファイバーを利用することができる。

【0035】LTE装置は低次群信号(DS3, STS-1, OC-3, OC-12)を高次群信号(OC-48)に多重、およびその逆の動作を行い、OC-48光信号の伝送を行う。またLTE装置を用いてBack-to-back接続による、D/I局構成を行う事も出来る。LNR ADM装置はシステム内の中継局(D/I局)の現用回線および予備回線に用いられ、端局装置として用いることも出来る。その局内で予備回線がLNR ADM装置で構成されている場合は、現用回線にLNR ADM装置およびLTEのBack-to-back構成の混在が可能である。LNR ADM装置はOC-48光信号を受信し、電気信号に変換して分離する過程で必要な低次群信号をAdd/Drop/スルーし、再び多重して光信号に変換し伝送する。REG装置は中継局の現用回線および予備回線に用いられているが、全ての現用回線がREG装置である場合には、予備回線もREG装置で構成して安価にシステム設計出来る。REG装置は光信号を電気信号に変換し再び光信号に変換して、光信号を修

正・増幅して伝送する装置で、伝送距離を伸ばすことができる。それぞれの装置はHSシェルフ、トリビュタリシェルフ(HD TRIBシェルフおよびLS TRIBシェルフ)によって構成されている。HSシェルフは高次群信号側(OC-48)、HD TRIB およびLS TRIB シェルフは低次群信号側(DS3, STS-1, OC-3, OC-12)をサポートする。

#### 【0036】(B) HSシェルフ、TRIBシェルフ (a) HSシェルフ

図4はHSシェルフの構成図である。HSシェルフはOC-48光信号インタフェースユニットとして、HT2Hユニット(OC-48光送信ユニット)1およびHR2Hユニット(OC-48光受信ユニット)2を持つ。HT2Hユニット1はSTS-48電気信号をOC-48光信号に変換して送出する機能を持ち、HR2Hユニット2はOS-48光信号をSTS-48電気信号に変換する機能を持っている。STS-48電気信号の多重・分離にはHM2Hユニット3が用いられる。HSシェルフがLTE装置およびLNR ADM装置に用いられる場合には、このユニット3は低次群シェルフからの78M×8の電気信号をSTS-48電気信号に多重し、逆にSTS-48電気信号を78M×8の電気信号に分離する機能を持つ。また、多重・分離の際にはSTS-1×48のTSA(Timeslot Assignment Access)機能も持つ。このユニットは1HSシェルフ当たり2ユニットが用いられ、冗長構成が取られている。HSシェルフがREG装置に用いられる場合には、このユニットはSTS-48電気信号をスルーする機能を持ち、1HSシェルフ当たり2ユニットが用いられ、その各々が別々のラインに用いられる為、冗長構成は取られていない。

【0037】HSシェルフは、上記ユニットの他に、電源供給ユニットとしてPW2Hユニット4、アラーム機能およびオーダワイヤ機能を持つAW2Hユニット5、シェルフ内の情報を収集する機能および外部監視装置とのインタフェース機能を持つSV2Hユニット6、シェルフ内の監視・制御機能を司るMP2Hユニット7、OC-48信号のライン切替をコントロールしたり、OC-48信号のOHBを処理するHS2Hユニット(オーバーヘッドバイト処理部:OHB処理部)8がある。HSシェルフはOHB処理部8を除けば、ほぼ図34のHSシェルフと同等の構成、機能を有している。

#### 【0038】(b) TRIBシェルフ

HD TRIBシェルフは、DS3, STS-1, OC-3, OC-12の各低次群信号のインタフェース機能を有し、DS3, STS-1, OC-12信号の時には、1シェルフ当たり2×STS-12信号分の容量、OC-3信号の時には1シェルフ当たり1×STS-12信号分の容量を持つ。DS3, STS-1信号に関しては、1ユニット当たり3チャンネルで構成され、4枚の現用ユニットと、1枚のプロテクションユニットからなる、1:4のユニット冗長構成になっている。OC-3, OC-12信号に関しては、1ユニット当たり1チャンネルで構成され、1+1のライン冗長構成になっている。各インタフェースユニットで処理された信号は、STS-12電気信号に多重化さ

れ、78M×8の電気信号としてHSシェルフのHM2Hユニット3に送られる。また、HM2Hユニット3からのSTS-12電気信号を分離・変換して、各インタフェースユニットに送出する。LS TRIBシェルフはDS3, STS-1, OC-3, OC-12の各低次群信号のインタフェース機能を有し、1シェルフ当たり1×STS-12信号分の容量を持つ。DS3, STS-1信号については、1+1ユニット冗長構成、OC-3, OC-12信号については、1+1のライン冗長構成になっている。TRIBシェルフは図35のTRIBシェルフとほぼ同一の構成、機能を有している。

#### 【0039】(c) OHB処理部の処理

HSシェルフのOHB処理部8はK1/K2バイトに基づいてライン切替処理を行うものであり、①ライン切替の基本処理の他に、②WTR時間による切り戻し処理、③エクササイズ(自己診断)処理等の制御を行う。又、予備回線上の予備中継局や予備端局のOHB処理部8は、上記機能の他に、③2以上の切替要求が同時に発生した場合の競合処理、④K1/K2バイトの終端/スルー/リジェクト処理等を実行する。

#### 【0040】(c-1) 切り戻し処理

Revertive modeでは切替要因が除去された後、直ちに切り戻すのではなく、特定の時間後に切り戻るWTR(Wait to Restore)機能を持っている。これは切替がバタつくのを防止するための機能であり、SONETで5分~12分の間と規定されて、WTR時間は固定である。しかし、WTR時間はシステムによって柔軟に変更すべきである。そこで、本発明においては、WTR時間を5分~12分のいずれかの時間にOSインタフェースあるいは端末装置CIDから任意に設定できるようにし、OHB処理部はこの設定時間に基づいて切り戻し処理を行う。

#### 【0041】(c-2) 自己診断処理

K1バイトのExerciseは切替動作が正常に行われているかを実際に伝送路を切り替えて自己診断するものであり、定期的にK1, K2バイトを用いて伝送路切替機能の自己診断(エクササイズ)を行う場合と外部より自己診断開始を要求する場合がある。図5~図7は1:Nポイントツーポイントシステムにおけるかかる自己診断制御説明図である。平常時には、図5に示すように現用回線WK1~WKnは正常であり、プロテクトラインPTCTは低次群信号(PCA信号)を伝送するために用いられている。かかる状態において、図6に示すように例えば現用回線WK1の現用端局(LTE)21<sub>1</sub>より対向局である端局11<sub>1</sub>にK1バイトでExerciseによる切替要求が出されると、該端局11<sub>1</sub>はブリッジ制御を実行する。また、予備回線の2つの端局11<sub>0</sub>, 21<sub>0</sub>はスイッチSW1, SW2を制御して予備回線接続動作を行う。切替動作が正常に行われている場合には、端局11<sub>1</sub>からの高次群信号が点線に沿って端局21<sub>1</sub>に伝送されるから、該高次群信号の受信を監視することにより切替動作の正常/異常を認識することができる。しかし、かかる自己診断では、予備

回線が切り替わるため、低次群信号(PCA信号)が断になってしまう。

【0042】そこで、本発明では自己診断に際して予備回線の2つの端局11<sub>0</sub>, 21<sub>0</sub>が予備回線接続動作を行わないようにする。図7はかかる自己診断処理の説明図である。例えば現用回線WK1の現用端局(LTE)21<sub>1</sub>より定期的に対向局である端局11<sub>1</sub>にK1バイトでExerciseによる切替要求が出されると、端局11<sub>1</sub>はブリッジ制御を実行すると共にK2バイトを端局21<sub>1</sub>に送る。しかし、予備回線の2つの端局11<sub>0</sub>, 21<sub>0</sub>はスイッチSW1, SW2を切替制御せず、予備回線の接続動作を行わない。このため、端局21<sub>1</sub>には予備回線を介して高次群信号が到来しないが、該端局21<sub>1</sub>はK1, K2バイトの授受が正しく行われているか監視することにより自己診断を行うことができる。このようにすれば、PCA信号は断とならず、従って、PCA信号の伝送を継続しながら自己診断を実行することができる。又、現用回線WK1の現用端局(LTE)11<sub>1</sub>は外部より自己診断開始が要求された時、ブリッジ制御を行うが、予備回線の2つの端局11<sub>0</sub>, 21<sub>0</sub>はスイッチSW1, SW2を制御せず、予備回線の接続動作を行わない。この場合、端局11<sub>1</sub>からの高次群信号(光信号)はブリッジにより予備端局11<sub>0</sub>に到来するから、該光信号を予備端局に設けた光検出器HDTで監視することにより自己診断を行う。かかる場合にも、PCA信号の伝送を継続しながら自己診断を実行することができる。

#### 【0043】(c-3) 競合処理

切替の際にProtection Lineが競合した場合には、切替要求内容のレベルが高い方が優先される。また各ラインには優先度を2段階で設定する事ができ(LOW/HIGH)、切替要求内容(SF High/Low, SD High/Low)が同レベルの場合には、優先度が高いラインを切り替える。又、切替要求内容のレベルが同じで、ラインの優先度も同一の場合には、先に切替要求を発生した方を切替える。切替要求のレベル、ラインの優先度、および切替要求発生時期が同一の場合は、ライン番号が若いラインを優先して切り替える。これらはSONETで規定されているプライオリティ順序であるが、顧客によってはそれ以外のプライオリティ順序が要求される場合もある。かかる場合には、例えば、端末装置あるいはOSインタフェースを介して伝送路の優先度を切替要求内容の優先度より高く設定する。

#### 【0044】(c-4) 切替スパン

ポイントツーポイントシステムのようにシステム内に中継局(LNR ADMもしくはLTEのBack-to-back構成)がない場合には、切替は端局間で行われる。しかし、システム内にLNR ADMもしくはLTEのBack-to-back構成の中継局(D/I局)がある場合には、それぞれの区間毎に切替を行う。これはネステッド切替システムと呼ばれる方式で、Protection Lineが競合しない範囲で、複数の区間

で発生している障害を同時に救済する事が出来る。

【0045】(c-5) K1/K2バイトの終端/スルー/リジェクト処理

ネステッド切替システムにおける予備回線上の各予備中継局および予備端局では、その局が終端を行うラインの番号を認識している。すなわち、予備回線上の各予備中継局および予備端局のOHB処理部は、図8に示すように、伝送路障害時に自分が管理しなければならない伝送路の番号(ライン番号)8aを予めメモリMMに保持している。そして、K1バイト(切替要求内容、切替要求レベル、切替ライン番号を含む)を受信したとき、該ライン番号と自分が管理するライン番号とを比較し、一致する場合には該K1バイトを取り込んで、障害伝送路と予備伝送路との切替制御を行い(終端)、不一致の場合には、該K1バイトを終端せず次段に送出する(スルー)。メモリMMには、①管理するライン番号8aの他に、②該ラインの優先度(High/Low)8b、③プロテクトラインで切り替えているか否かを示す切替中フラグ8c、④WTR時間8d、⑤切替モード8e等が記憶される。

【0046】又、自局が管理していないラインを指定しているK1バイトを受信した場合であって、既に他のラインの切替によりプロテクションラインが使用されており、そのK1バイト(伝送路切替要求)のプライオリティの方が高い場合には、今回のK1バイト(伝送路切替要求)に対してリジェクトされる事をK2バイトを用いて通知する。それとは逆に、後から発生した伝送路切替要求のプライオリティの方が高い場合、それまで切替を実行させていた伝送路切替要求の発行元に対して、リジェクトのK2バイトを送出する。すなわち、自局が管理していないラインを指定しているK1バイトを受信した場合、予備伝送路が使用されているか調べ、使用されていない場合には該K1バイトを次段に送出し、使用されている場合には、それまで切り替えを実行させていた伝送路切替のK1バイトとの優先レベルを比較する。そして、後から発生したK1バイトの優先レベルが低い場合には、該K1バイト発行元にK2バイトで切替要求をリジェクトすることを通知し、後から発生したK1バイトの優先度が高い場合には、前のK1バイト発行元にK2バイトでリジェクトすることを通知する。かかるネステッドシステムにおけるプロトコルはSONETでは未だ確立していない本発明特有のプロトコルである。

【0047】(c-6) 切替要求で指定できるライン数の増大処理

K1バイトで指定できるライン数はSONET規格では最大14本であり、このため15本以上の光伝送システムを構築できない。そこで、本発明にOHB処理部は、オーバーヘッドにおいて使用されていないバイト(例えば図11に示すZ1バイト)、あるいは使用されていないビット(例えばZ2バイトのb1ビット)を、K1バイトの伝送路指定用ビットb5~b8と共に伝送路番号を指定するため

に使用する。Z2バイトのb1ビットを併用すれば、最大28本までライン(伝送路)を指定できる。

【0048】(C) 本発明のライン切替制御

(a) 1:Nポイントツーポイントシステムにおける切替(a-1) 第1の方式

図10は本発明の1:Nポイントツーポイントシステムにおけるライン切替制御の第1の説明図である。11<sub>1</sub>~11<sub>N</sub>は一方の現用端局、11<sub>0</sub>は一方の予備端局、21<sub>1</sub>~21<sub>N</sub>は他方の現用端局、21<sub>0</sub>は他方の予備端局、31<sub>0</sub>~31<sub>N</sub>は信号再生装置REG、41<sub>0</sub>~41<sub>N</sub>、42<sub>0</sub>~42<sub>N</sub>は各端局に設けられたオーバーヘッド処理部、81~82は制御信号線、PCはフォトカプラー、LFは光ファイバ、PTCTは予備の光伝送路(予備回線)、WK1~WK<sub>N</sub>はN本の現用光伝送路(現用回線)である。

【0049】光伝送路WK1の障害発生(×印)を検出した現用端局21<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>1</sub>は、制御線82を介して予備端局21<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch Request)を送出する。オーバーヘッド処理部42<sub>0</sub>は予備回線PTCTを介して該K1バイトを予備端局11<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>0</sub>に送る。これにより、オーバーヘッド処理部41<sub>0</sub>は該K1バイトを対地の現用端局11<sub>1</sub>に制御線81を介して入力する。K1バイトを受信した対地の現用端局11<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>1</sub>はブリッジ制御を行い、又、予備用端局11<sub>0</sub>、21<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は図示しないスイッチを切り替えて予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、現用端局11<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>1</sub>は前記と逆の経路で現用端局21<sub>1</sub>にK2バイト(Switch Response)を送出する。現用端局21<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>1</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後点線で示す経路でOC-48光信号を受信する。このようにすれば、1:Nライン切替ポイントツーポイント光伝送システムにおいて、K1/K2バイトを用いてラインを切り替えることが可能となる。

【0050】(a-2) 第2の方式

図11は本発明の1:Nポイントツーポイントシステムにおけるライン切替制御の第2の説明図であり、図10と同一部分には同一符号を付している。図10と異なる点は、①(n+1)組の端局群11<sub>0</sub>~11<sub>N</sub>に対応して伝送路切替制御部(APSCONT:Automatic Protection Controller)61を設け、②(n+1)組の端局群21<sub>0</sub>~21<sub>N</sub>に対応して伝送路切替制御部(APC CONT)62を設け、③それぞれに端末装置(CID)91、92を接続した点である。伝送路切替制御部(APC CONT)61、62はそれぞれオーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して障害伝送路を予備伝送路に切り替える制御を行い、端末装置(CID)91、92は各種データの入力、指示を行うものである。

【0051】光伝送路WK1の障害発生(×印)を検出し

た現用端局21<sub>1</sub>のOHB処理部42<sub>1</sub>は制御線82を介して伝送路切替制御部(APC CONT)62に障害内容、ライン番号を通知する。これにより、伝送路切替制御部62は予備端局21<sub>0</sub>のOHB処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch request)を予備端局11<sub>0</sub>へ送出するように指示する。OHB処理部42<sub>0</sub>はK1バイトを作成して予備端局11<sub>0</sub>へ送出する。予備端局11<sub>0</sub>のOHB処理部41<sub>0</sub>は該K1バイトを受信すると伝送路切替制御部61に通知する。伝送路切替制御部61はK1バイトを受け取ると、現用端局21<sub>1</sub>の対向局11<sub>1</sub>に制御線81を介してブリッジを指示し、該現用端局11<sub>1</sub>はブリッジ制御を行う。又、伝送路切替制御部61、62は予備端局11<sub>0</sub>、21<sub>0</sub>のOHB処理部41<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>に切替を指示し、OHB処理部41<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、現用端局11<sub>1</sub>のOHB処理部41<sub>1</sub>は前記と逆の経路でK2バイト(Switch Rspnse)を現用端局21<sub>1</sub>に送出する。現用端局21<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>1</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後点線で示す経路でOC-48光信号を受信する。このようにすれば、1:Nライン切替ポイントツーポイント光伝送システムにおいて、K1/K2バイトを用いてラインを切り替えることが可能となる。

#### 【0052】(b) 1:N LNR ADMシステムにおける切替(b-1) 第1の方式

図11は本発明の1:N LNR ADMシステムにおけるライン切替制御の第1の説明図である。図中、図10と同一部分には同一符号を付している。各現用回線WK1~WKnにはLNR ADM構成の中継局71~71nが同一のスパン(必ずしも同一でなくても良い)で配設されている。又、現用回線におけるLNR ADMの配設位置と同一の予備回線PTCTの位置にはLNR ADM構成の中継局71<sub>0</sub>が設けられ、更には、各端局間、各中継局間はそれぞれはフォトカプラPCを介して光ファイバLFにより接続されている。この1:NリニアADMシステムでは、各現用回線WK1~WKnの2区間A、Bに障害が発生した時、該区間の予備回線に切り替わるようになっている。

【0053】区間Bの光伝送路WK1における障害発生(×印)を検出した現用端局21<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>1</sub>は、制御線82を介して予備端局21<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch Request)を送出する。オーバーヘッド処理部42<sub>0</sub>は予備回線PTCTを介して該K1バイトを予備中継局71<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部43<sub>0</sub>に送る。これにより、オーバーヘッド処理部43<sub>0</sub>は該K1バイトを対地の中継局71<sub>1</sub>に制御線83を介して入力する。K1バイトを受信した対地の中継局71<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部43<sub>1</sub>はブリッジ制御を行い、又、予備中継局71<sub>0</sub>、予備端局21<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部43<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は図示しないスイッチを切り替えてB区間の予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、中継局

71<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部43<sub>1</sub>は前記と逆の経路で現用端局21<sub>1</sub>にK2バイト(Switch Response)を送出する。現用端局21<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>1</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後点線で示す経路でOC-48光信号を受信する。

【0054】以上は区間Bで障害が発生した場合であるが、区間Aで障害が発生した場合も同様に切り替え制御が行われる。例えば、A区間の伝送路WK2で障害が発生すると(××印参照)、中継局71<sub>2</sub>のオーバーヘッド処理部43<sub>2</sub>は、制御線83を介して予備中継局71<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部43<sub>0</sub>にK1バイト(Switch Request)を送出する。オーバーヘッド処理部43<sub>0</sub>は予備回線PTCTを介して該K1バイトを予備端局11<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>0</sub>に送る。これにより、オーバーヘッド処理部41<sub>0</sub>は該K1バイトを対地の現用端局11<sub>2</sub>に制御線81より入力する。K1バイトを受信した対地の中継局11<sub>2</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>2</sub>はブリッジ制御を行い、又、予備端局11<sub>0</sub>、予備中継局71<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部11<sub>0</sub>、43<sub>0</sub>は図示しないスイッチを切り替えてA区間の予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、現用端局11<sub>2</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>2</sub>は前記と逆の経路で現用中継局71<sub>2</sub>にK2バイト(Switch Response)を送出する。

【0055】現用中継局71<sub>2</sub>のオーバーヘッド処理部43<sub>2</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後一点鎖線で示す経路でOC-48光信号を受信する。以上、1:NリニアADM光伝送システムにおいては、各区間A、B毎に障害伝送路を予備伝送路で切り替えることができる。

#### 【0056】(b-2) 第2の方式

図13は本発明の1:N LNR ADMシステムにおけるライン切替制御の第2の説明図であり、図12と同一部分には同一符号を付している。図12と異なる点は、①(n+1)組の端局群11<sub>0</sub>~11nに対応して伝送路切替制御部(APS CONT:Automatic Protection Controller)61を設け、②(n+1)組の端局群21<sub>0</sub>~21nに対応して伝送路切替制御部(APC CONT)62を設け、③(n+1)組の中継局群71<sub>0</sub>~71nに対応して伝送路切替制御部(APC CONT)63、64を設け、④それぞれに端末装置(CID)91~94を接続した点である。伝送路切替制御部(APC CONT)61~64はそれぞれオーバーヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して障害伝送路を区間A、B毎に予備伝送路に切り替える制御を行い、端末装置(CID)91~94は各種データの入力、指示を行う。

【0057】B区間の光伝送路WK1における障害発生(×印)を検出した現用端局21<sub>1</sub>のOHB処理部42<sub>1</sub>は、制御線82を介して伝送路切替制御部(APC CONT)62に

障害内容、ライン番号を通知する。これにより、伝送路切替制御部62は予備端局21<sub>0</sub>のOHB処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch request)を予備中継局71<sub>0</sub>へ送出するように指示する。OHB処理部42<sub>0</sub>はK1バイトを作成して予備中継局71<sub>0</sub>へ送出する。予備中継局71<sub>0</sub>のOHB処理部43<sub>0</sub>は該K1バイトを受信すると伝送路切替制御部64に通知する。伝送路切替制御部64はK1バイトを受け取ると、現用端局21<sub>1</sub>の対向局71<sub>1</sub>に制御線84を介してブリッジを指示し、該現用中継局71<sub>1</sub>のOHB処理部43<sub>1</sub>はブリッジ制御を行う。又、伝送路切替制御部64、62は予備中継局71<sub>0</sub>、予備端局21<sub>0</sub>のOHB処理部43<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>に切替を指示し、OHB処理部43<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は予備伝送路PTCTの接続を行う。

【0058】しかる後、中継局71<sub>1</sub>のOHB処理部43<sub>1</sub>は前記と逆の経路でK2バイト(Switch Respnse)を現用端局21<sub>1</sub>に送出する。現用端局21<sub>1</sub>のオーバヘッド処理部42<sub>1</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後点線で示す経路でOC-48光信号を受信する。以上は区間Bで障害が発生した場合である。区間Aで障害が発生した場合も同様に切り替え制御が行われる。この結果、1:NリニアADM光伝送システムにおいては、各区間A、B毎に障害伝送路を予備伝送路で切り替えることができる。

【0059】(c) 1:N ネステッド光伝送システムにおける切替

(c-1) 第1の方式

図14は本発明の1:N ネステッド光伝送システムにおけるライン切替制御の第1の説明図である。図中、図10と同一部分には同一符号を付している。各現用回線WK1〜WK<sub>n</sub>にはLNR ADM構成の中継局(D/I)71<sub>1</sub>、信号再生装置REG31<sub>2</sub>等が適宜配設されている。又、現用回線におけるLNR ADMの配設位置と同一の予備回線PTCTの位置にはLNR ADM構成の中継局71<sub>0</sub>が設けられ、更には、各端局間、各中継局間はそれぞれはフォトカプラPCを介して光ファイバLFにより接続されている。この1:Nネステッドシステムでは、現用回線WK1については2区間A、Bに障害が発生した時、該区間の予備回線に切り替わるようになっており、又、現用回線WK2については1区間Cに障害が発生した時、該区間の予備回線に切り替わるようになっている。

【0060】区間Bの光伝送路WK1における障害発生(×印)を検出した現用端局21<sub>1</sub>のオーバヘッド処理部42<sub>1</sub>は、制御線82を介して予備端局21<sub>0</sub>のオーバヘッド処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch Request)を送出する。オーバヘッド処理部42<sub>0</sub>は予備回線PTCTを介して該K1バイトを中継局71<sub>0</sub>のオーバヘッド処理部43<sub>0</sub>に送る。これにより、オーバヘッド処理部43<sub>0</sub>は該K1バイトを対地の中継局71<sub>1</sub>に制御線84を介し

て入力する。K1バイトを受信した対地の中継局71<sub>1</sub>のオーバヘッド処理部43<sub>1</sub>はブリッジ制御を行い、又、予備中継局71<sub>0</sub>、予備端局21<sub>0</sub>のオーバヘッド処理部43<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は図示しないスイッチを切り替えてB区間の予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、中継局71<sub>1</sub>のオーバヘッド処理部43<sub>1</sub>は前記と逆の経路で現用端局21<sub>1</sub>にK2バイト(Switch Response)を送出する。現用端局21<sub>1</sub>のオーバヘッド処理部42<sub>1</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後点線で示す経路でOC-48光信号を受信する。以上は区間Bで障害が発生した場合であるが、区間Aで障害が発生した場合も同様に切り替え制御が行われる。

【0061】一方、区間Cの光伝送路WK2における障害が発生すると(××印)、現用端局21<sub>2</sub>のオーバヘッド処理部42<sub>2</sub>は、制御線82を介して予備端局21<sub>0</sub>のオーバヘッド処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch Request)を送出する。オーバヘッド処理部42<sub>0</sub>は予備回線PTCTを介して該K1バイトを中継局71<sub>0</sub>をスルーして予備端局11<sub>0</sub>のオーバヘッド処理部41<sub>0</sub>に送る。なお、中継局71<sub>0</sub>はK1バイトを受信しても、該K1バイトが指示するライン番号(WK2)は自己が管理するライン番号(WK1)と異なるから、該K1バイトをスルーする。オーバヘッド処理部41<sub>0</sub>はK1バイトを受信すると、該K1バイトを対地の現用端局11<sub>2</sub>に制御線81を介して入力する。K1バイトを受信した対地の現用端局11<sub>2</sub>のオーバヘッド処理部41<sub>2</sub>はブリッジ制御を行い、又、予備用端局11<sub>0</sub>、21<sub>0</sub>のオーバヘッド処理部41<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は図示しないスイッチを切り替えて予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、現用端局11<sub>2</sub>のオーバヘッド処理部41<sub>2</sub>は前記と逆の経路で現用端局21<sub>2</sub>にK2バイト(Switch Response)を送出する。現用端局21<sub>2</sub>のオーバヘッド処理部42<sub>2</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK2から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後一点鎖線で示す経路でOC-48光信号を受信する。

【0062】(c-2) 第2の方式

図15は本発明の1:N ネステッド光伝送システムにおけるライン切替制御の第2の説明図であり、図14と同一部分には同一符号を付している。図14と異なる点は、①予備端局11<sub>0</sub>、21<sub>0</sub>及び予備の中継局71<sub>0</sub>に対応して伝送路切替制御部(APC CONT)61〜64を設け、②それぞれに端末装置(CID)91〜94を接続した点である。伝送路切替制御部(APC CONT)61〜64はそれぞれオーバヘッド中のK1、K2バイトを用いたプロトコルに従った処理を実行して障害伝送路を区間A、B、C毎に予備伝送路に切り替える制御を行い、端末装置(CID)91〜94は各種データの入力、指示を行う。

【0063】B区間の光伝送路WK1における障害発生(×印)を検出した現用端局21<sub>1</sub>のOHB処理部42<sub>1</sub>は、

制御線82を介して伝送路切替制御部(APC CONT)62に障害内容、ライン番号を通知する。これにより、伝送路切替制御部62は予備端局21<sub>0</sub>のOHB処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch request)を予備中継局71<sub>0</sub>へ送出するように指示する。OHB処理部42<sub>0</sub>はK1バイトを作成して予備中継局71<sub>0</sub>へ送出する。予備中継局71<sub>0</sub>のOHB処理部43<sub>0</sub>は該K1バイトを受信すると伝送路切替制御部64に通知する。伝送路切替制御部64はK1バイトを受け取ると、現用端局21<sub>1</sub>の対向局71<sub>1</sub>に制御線84を介してブリッジを指示し、該現用中継局71<sub>1</sub>のOHB処理部43<sub>1</sub>はブリッジ制御を行う。又、伝送路切替制御部64、62は予備中継局71<sub>0</sub>、予備端局21<sub>0</sub>のOHB処理部43<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>に切替を指示し、OHB処理部43<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、中継局71<sub>1</sub>のOHB処理部43<sub>1</sub>は前記と逆の経路でK2バイト(Switch Rspnse)を現用端局21<sub>1</sub>に送出する。現用端局21<sub>1</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>1</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後点線で示す経路でOC-48光信号を受信する。以上は区間Bで障害が発生した場合であるが、区間Aで障害が発生した場合も同様に切り替え制御が行われる。

【0064】一方、区間Cの光伝送路WK2における障害が発生すると(×印)、現用端局21<sub>2</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>2</sub>は、制御線82を介して伝送路切替制御部(APC CONT)62に障害内容、ライン番号を通知する。これにより、伝送路切替制御部62は予備端局21<sub>0</sub>のOHB処理部42<sub>0</sub>にK1バイト(Switch request)を予備中継局71<sub>0</sub>へ送出するように指示する。OHB処理部42<sub>0</sub>はK1バイトを作成して予備中継局71<sub>0</sub>へ送出する。予備中継局71<sub>0</sub>のOHB処理部43<sub>0</sub>は該K1バイトを受信すると伝送路切替制御部64に通知する。伝送路切替制御部64はK1バイトを受け取ると、該K1バイトのライン番号(WK2)と自己が管理するライン番号(WK1)が一致するか判断し、不一致の場合には予備中継局71<sub>0</sub>のOHB処理部43<sub>0</sub>に指示して受信したK1バイトを予備端局11<sub>0</sub>のオーバーヘッド処理部41<sub>0</sub>に送る。

【0065】オーバーヘッド処理部41<sub>0</sub>はK1バイトを受信すると、伝送路切替制御部61に通知し、伝送路切替制御部61は現用端局21<sub>1</sub>の対向局11<sub>2</sub>のOHB処理部41<sub>2</sub>に制御線81を介してブリッジを指示する。この指示により、該現用中継局11<sub>2</sub>はブリッジ制御を行う。又、伝送路切替制御部61、62は予備端局11<sub>0</sub>、21<sub>0</sub>のOHB処理部41<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>に切替を指示し、OHB処理部41<sub>0</sub>、42<sub>0</sub>は予備伝送路PTCTの接続を行う。しかる後、現用端局11<sub>2</sub>のOHB処理部41<sub>2</sub>は前記と逆の経路でK2バイト(Switch Rspnse)を現用端局21<sub>2</sub>に送出する。現用端局21<sub>2</sub>のオーバーヘッド処理部42<sub>2</sub>はK2バイトの受信によりスイッチ制御を行

って障害伝送路WK1から予備伝送路PTCTに切り替わり、以後予備回線を介してOC-48光信号を受信する。

【0066】(D)切替要求の終端/スルー/リジェクト処理

図16、図17は、1:N ネステッド光伝送システムにおける伝送路切替制御部の伝送路切替要求の終端/スルー/リジェクト処理フローであり、図16は区間左側の伝送路切替制御部61、64の処理フロー、図17は区間右側の伝送路切替制御部62、63の処理フローである。

(a) 左側伝送路切替制御部の処理

ライン切替要求であるK1バイト(Switch Request)を受信すると(ステップ101)、区間左側の伝送路切替制御部(例えば図15の伝送路切替制御部64)は、自分が管理するラインの切替要求であるか判断する(ステップ102)。なお、自分が管理するラインかどうかはK1バイトのライン番号と自分がメモリに保持するライン番号とを比較することにより行う。

【0067】切替要求が自分が管理するラインであれば、既にプロテクトラインPTCTを切替使用中であるか判断し(ステップ103)、切替使用中でなければK1バイトの発行局に対向する局に対してブリッジを指示し(ステップ104)、しかる後、K1バイトの発行局に対してK2バイト(Switch Response)を送る(ステップ105)。ステップ103において、プロテクトラインPTCTを切替使用中であれば、それまで切替使用中であった局にブリッジ解除(Removed Bridge)を指示し(ステップ106)、ついで、前記K1バイトの発行局に対向する局に対してブリッジを指示し(ステップ104)、しかる後、K1バイトの発行局に対してK2バイト(Switch Response)を送る(ステップ105)。なお、ステップ106において、それまで切替使用中であった局のブリッジを解除する理由は以下の通りである。すなわち、区間右側の伝送路切替制御部62は、切替要求の優先度を判断し、後から発生した切替要求の優先度がそれまでの切替要求の優先度より高ければ該切替要求を区間左側の伝送路切替制御部64に送出し、低ければ該切替要求をリジェクトする。従って、伝送路切替制御部64が受信する切替要求の優先度が高いため、それまで切替使用中であった局のブリッジを解除するのである。

【0068】一方、ステップ102において、自分が管理するラインの切替要求でなければ、プロテクトラインPTCTを切替使用中であるか判断し(ステップ107)、切替使用中でなければ該K1バイト(Switch Request)を次段の伝送路切替制御部63に送出する(ステップ108)。しかし、切替使用中の場合には、それまで切替使用中であった局にブリッジ解除(Removed Bridge)を指示し(ステップ109)、ついで、前記受信K1バイト(Switch Request)を次段の伝送路切替制御部63に送出する(ステップ108)。



【0069】(b) 右側伝送路切替制御部の処理  
ライン切替要求であるK1バイト(Switch Request)を受信すると(ステップ201)、区間左側の伝送路切替制御部(例えば図15の伝送路切替制御部63)は、自分が管理するラインの切替要求であるか判断する(ステップ202)。なお、自分が管理するラインかどうかはK1バイトのライン番号と自分がメモリに保持するライン番号とを比較することにより行う。切替要求が自分が管理するラインであれば、障害発生区間において自分はプロテクトラインPTCTを他局に切替中であるか判断し(ステップ203)、切替中でなければ他の伝送路切替制御部が該区間のプロテクトラインPTCTを他に切替中であるか判断する(ステップ204)。

【0070】他も切替中でなければ、換言すれば、該区間においてプロテクトラインがフリーの場合には、伝送路切替制御部63は次段の伝送路切替制御部61に受信K1バイト(Switch Request)を送出する(ステップ205)。以後、プロテクトラインの競合が生じて切替要求がリジェクトされたか、すなわち、K2バイト(Reject)を受信したか、あるいは、リジェクトされずに、K2バイト(Switch Response)を受信したか監視する(ステップ206、207)。K2バイト(Switch Response)を受信すれば、K1バイトの発行局に対してK2バイト(Switch Response)を送り、プロテクトラインPTCTへの切り替えを指示する(ステップ208)。尚、プロテクトラインPTCTへの切り替え後、伝送路切替制御部63は定期的にK1バイト(Switch Request)を次段の伝送路切替制御部に送出するが、その間に優先度の高い切替要求が発生すると、該K1バイト(Switch Request)に対する応答としてK2バイト(Reject)を受信する(ステップ206)。かかる場合、伝送路切替制御部63はそれまでプロテクトライン使用中の局に対して切り替え解除(Removed Switch)を指示する(ステップ209)。

【0071】一方、ステップ204において、該区間のプロテクトラインを他の伝送路切替制御部が切替中の場合には、それまでの切替要求の優先度と今回の切替要求の優先度の大小を比較する。すなわち、まず、切替要求が、①SF(Signal Failure)、SD(Signal Degrade)によるものか、②それらの優先度High/Lowを判断して切替要求の優先度の大小を比較する(ステップ210)。後から発生した切替要求の優先度が高い場合には、ステップ205以降の処理を繰り返す。ステップ210において、優先度が同一の場合には、切替ラインに予め設定してある優先レベルを比較する(ステップ211)。後から発生した切替要求ラインの優先度が高い場合には、ステップ205以降の処理を繰り返す。しかし、後から発生した切替要求ラインの優先度が先の切替要求ラインの優先度と同一あるいは小さい場合には、K1バイト発行局に対してK2バイト(Reject)を送る(ステップ212)。

【0072】一方、ステップ203において、自分が該区間においてプロテクトラインPTCTを他の局ために切替中の場合には、それまでの切替要求の優先度と今回の切替要求の優先度の大小を比較する。すなわち、まず、切替要求が、①SF(Signal Failure)、SD(Signal Degrade)によるものか、②それらの優先度High/Lowを判断して切替要求の優先度の大小を比較する(ステップ213)。後から発生した切替要求の優先度が高い場合には、それまでプロテクトライン使用中の局に対して切り替え解除(Removed Switch)を指示すると共に(ステップ214)、K1バイト(Switch Request)を次段の伝送路切替制御部に送出する(ステップ215)。ステップ213において、優先度が同一の場合には、切替ラインに予め設定してある優先レベルを比較する(ステップ216)。後から発生した切替要求ラインの優先度が高い場合には、ステップ214以降の処理を繰り返す。しかし、後から発生した切替要求ラインの優先度が先の切替要求ラインの優先度と同一あるいは小さい場合には、K1バイト発行局に対してK2バイト(Reject)を送る(ステップ217)。

【0073】一方、ステップ202において、切替要求が自分が管理するラインでなければ、障害発生区間におけるプロテクトラインPTCTを他に切替中であるかチェックし(ステップ218)、切替中でなければK1バイト(Switch Request)を次段の伝送路切替制御部に送出する(ステップ215)。しかし、切替中であればステップ213以降の処理を実行する。

【0074】(E) 端局、中継局、信号再生局へのデータの設定、各種指示

図18は端局、中継局、信号再生局へのデータ、ソフトウェアのダウンロード、各種指示を行う場合のシステムの構成図であり、301は端局、302は信号再生局、303は中継局、304はOS、305はローカル通信網LCN、306はパソコン等の端末装置CIDである。又、MCは各種ソフトウェア、データ類を記憶するメモリカードであり、端局のみに示しているが各局に設けられている。又、ローカル通信網305、端末装置306は端局にのみ接続されているが他の局にも接続されている。切替制御用のソフトウェア、各局の装置モード、WTR時間等の各種データ、ソフトウェアはOS304よりローカルネットワークを介して、あるいは端末装置306より各局に設定され、各局は設定されたソフトウェア、データに従って切替制御、その他の制御を実行する。

【0075】(F) K1/K2バイトによる切替制御例  
図19～図33はK1/K2バイトによる切替制御の手順説明図であり、上部に1:Nネステッド光伝送システムの構成を示し、下部に手順を示してある。各図の1:Nネステッド光伝送システムにおいて、11<sub>0</sub>～11<sub>4</sub>はLTE構成の一方の端局であり、11<sub>0</sub>は予備端局、11<sub>1</sub>～11<sub>4</sub>は現用端局である。21<sub>0</sub>～21<sub>4</sub>は他方の端局であ

り、21<sub>0</sub>は予備端局、21<sub>1</sub>～21<sub>4</sub>は現用端局である。又、31<sub>2</sub>、31<sub>4</sub>、32<sub>3</sub>、32<sub>4</sub>は信号再生装置REG、71<sub>1</sub>、71<sub>3</sub>、72<sub>1</sub>は現用回線に配置されたLNR ADM構成、あるいはLTEのバックツーバック接続構成による現用中継局、71<sub>0</sub>、72<sub>0</sub>は現用中継局と同一位置に配置されたLNR ADM構成の予備の中継局であり、PTCTは予備の光伝送路（予備回線）、WK1～WK4は4本の現用光伝送路（現用回線）である。尚、A局の予備端局11<sub>0</sub>は現用回線WK1～WK4を全て管理し、B、C局の予備中継局71<sub>0</sub>は現用回線WK1、WK3を管理し、D局の予備中継局72<sub>0</sub>は現用回線WK1、WK2を管理し、E局の予備中継局72<sub>0</sub>は現用回線WK1を管理し、F局の予備端局21<sub>0</sub>は現用回線WK1、WK3、WK4を管理する。

#### 【0076】(a) 平常時

図19は平常時におけるK1/K2バイトの転送手順説明図である。各区分A、B、Cの右側の局より左側の局に対してK1バイト(No Request:K1=00000000)が各区分の予備中継局を介して送られ、左側の局は該K1バイト(No Request)を受信するとブリッジを解除し(Removed Bridge)、予備中継局を介してK2バイト(=00001100)を返送する。

#### 【0077】(b) 自己診断

図20は自己診断(Exerciser)時におけるK1/K2バイトの転送手順説明図であり、現用回線WK1のB局よりExerciserを出す場合である。現用回線WK1の中継局71<sub>1</sub>は自己診断を行うために、K1バイト(=01000001)を生成し、予備中継局71<sub>0</sub>、予備端局11<sub>0</sub>を介してA局側の対向局である現用端局11<sub>1</sub>に送る。A局側ではブリッジ制御は行わず、単に現用端局11<sub>1</sub>よりK2バイト(=00011100)をB局の中継局71<sub>1</sub>に送り、中継局71<sub>1</sub>はK1/K2バイトの送受により自己診断を行う。

#### 【0078】(c) マニュアル切替

図21はマニュアルで回線を切り替える手順説明図であり、現用回線WK2の現用端局21<sub>2</sub>がマニュアル切り替えを要求する場合である。現用端局21<sub>2</sub>は端末装置等からのマニュアル切替開始指示により、K1バイト(=10000010)を生成し、予備中継局72<sub>0</sub>、71<sub>0</sub>、予備端局11<sub>0</sub>を介してA局側の対向局である現用端局11<sub>2</sub>に送る。尚、予備中継局71<sub>0</sub>のB局は現用回線WK2が自分が管理する回線でないため、該K1バイトをスルーする。マニュアル切替のK1バイトにより現用端局11<sub>2</sub>及び予備A、D局が内蔵のスイッチを切り替えて現用回線WK2をブリッジする。しかる後、現用端局11<sub>2</sub>はK2バイト(Switch Response)を現用端局21<sub>2</sub>に送り、現用端局21<sub>2</sub>はK2バイト(Switch Response)を受信すると現用回線WK2より予備回線に切り替わる。マニュアル切り替えを解除する場合には、現用端局21<sub>2</sub>は予備回線への切り替えを解除し、しかる後、K1バイト(=00000000)を送出し、その応答であるK2バイトを受信してマニュアル解除手順を終了する。これと並行して、予備B

局はマニュアル切替の継続データを受信しないことにより、K1バイト(=00000000)を現用端局11<sub>2</sub>に送出し、現用端局11<sub>2</sub>は該K1バイトの受信により予備回線へのブリッジを解除すると共に、上記K1バイトの応答であるK2バイトを送出する。

#### 【0079】(d) フォースド切替(Forced Switch)

図22はForced Switchにより回線を切り替える手順説明図であり、現用回線WK2の端局21<sub>2</sub>がForced Switchにより回線切り替えを要求する場合である。Forced Switchは他に切替要求が発生した場合の優先レベルがマニュアルスイッチと異なるだけで切り替え手順はマニュアルスイッチの場合と同じである。

#### 【0080】(e) ロックアウト

ロックアウトは指示された回線への切り替えを禁止するものであり、予備回線をロックアウトする場合と現用回線をロックアウトする場合がある。図23はA-B局間の予備回線をロックアウトする場合の手順である。予備B局は切り替え中であれば切り替えを解除し(Removed Switch)、しかる後、lockoutのK1バイトを予備A局に送り、A局側のブリッジを解除し、A局側よりK1バイト(lockout)の応答であるK2バイトを受信してロックアウトを終了する。尚、ロックアウトを解除するにはK1バイト(No Request)を送出すれば良い。図24はA-B局間の現用回線WK1をロックアウトする場合の手順である。中継局71<sub>1</sub>はlockoutのK1バイト(=11110001)を予備B局を介して予備A局に送り、A局側よりK1バイト(lockout)の応答であるK2バイト(=00011100)を受信して現用回線WK1のロックアウトを終了する。

#### 【0081】(f) WTR

現用回線WK2において、信号状態が悪くなると現用端局21<sub>2</sub>は予備D局を介して対向局である現用端局11<sub>2</sub>に対してK1バイト(=10100010; Switch Request)を送る。現用端局11<sub>2</sub>は該切替要求のK1バイトを受信すると、現用回線WK2をブリッジし、K1バイト(Switch Request)に対する応答であるK2バイト(Switch Response)を現用端局21<sub>2</sub>に送る。現用端局21<sub>2</sub>は該K2バイト(Switch Response)を受信することにより現用回線WK2から予備回線PTCTに切り替わる。ついで、回線WK2が復旧すると、該回線へ切り戻すための指示が端末装置等から現用端局21<sub>2</sub>に入力される。この切り戻し指示により現用端局21<sub>2</sub>は予め設定されているWTR時間が経過するまで切替状態を維持するためのK1バイト(=01100010)を対向局である現用端局11<sub>2</sub>に送り、現切替状態を維持させる。そして、K2バイト(Keep Switch)を受信後、現切替状態を継続する。WTR時間が経過すれば、現用端局21<sub>2</sub>は予備回線への切り替えを解除し、しかる後、K1バイト(=00000000)を送出し、その応答であるK2バイトを受信して切り戻し制御を終了する。一方、予備B局は切替継続のデータを受信しないことにより、K1バイト(=00000000)を現用端局11<sub>2</sub>に送出

し、現用端局11<sub>2</sub>このK1バイトの受信により予備回線へのブリッジを解除すると共に、上記K1バイトの応答であるK2バイトを送出する。

【0082】(f) 2重障害

A-B局間の現用回線WK1でSD(Signal Degrade)による障害(×印)が発生して切替後、A-D局間の現用回線WK2でSF(Signal Failure)による障害(××印)が発生したものとする。現用回線WK1において、信号状態が悪くなると現用中継局71<sub>1</sub>は予備B局を介して対向局である現用端局11<sub>1</sub>に対してK1バイト(=10100001; Switch Request)を送る。現用端局11<sub>1</sub>は該切替要求のK1バイトを受信すると、現用回線WK1をブリッジし、K1バイト(Switch Request)に対する応答であるK2バイト(Switch Response)を現用中継局71<sub>1</sub>に送る。現用中継局71<sub>1</sub>は該K2バイト(Switch Response)を受信することにより現用回線WK1から予備回線PTCTに切り替わる。かかる状態で、現用回線WK2において信号消失が発生すると、現用端局21<sub>2</sub>は予備D局を介して対向局である現用端局11<sub>2</sub>に向けてK1バイト(=11000010; Switch Request)を送る。

【0083】予備D局は図17の処理を行って(ステップ201、218、215)、該K1バイトを予備C局へ送出する。予備C局はK1バイトを受信すると図16の処理を行い(ステップ101、102、107、108)、該K1バイトを予備B局へ送出する。予備B局は、図17の処理を行う(ステップ201、202、218以降)。この場合、予備B局はプロテクトラインPTCTをラインWK1に切替中であるからそれまでの切替要求と今回の切替要求の優先度を比較する。今回のK1バイト(Switch Request)の優先度の方が高いから、プロテクトラインに切替中の中継局71<sub>1</sub>に切替解除(Removed Switch)を指示すると共に、予備A局に前記受信したK1バイトを送出する。

【0084】予備A局はK1バイトを受信すると図16の処理を行い(ステップ101→102→103→106→104→105)、現用端局11<sub>1</sub>に切替解除(Removed Bridge)を指示すると共に、現用端局11<sub>2</sub>に対してブリッジを指示する。現用端局11<sub>2</sub>はブリッジ制御実行後、K1バイトの応答であるK2バイト(Switch Response)を現用端局21<sub>2</sub>に送る。現用端局21<sub>2</sub>は該K2バイト(Switch Response)を受信することにより現用回線WK2から予備回線PTCTに切り替わる。以上により、後から優先度の高い切替要求が発生すると、該切替要求が指示する障害回線を救済することになる。

【0085】(g) 別の2重障害

A-D局間の現用回線WK2でSD(Signal Degrade)による障害(×印)が発生して切替後、A-B局間の現用回線WK1でSF(Signal Failure)による障害(××印)が発生したものとする。現用回線WK2において、信号状態が悪くなると現用端局21<sub>2</sub>は予備D局、予備C局、予備B

局、予備A局を介して対向局である現用端局11<sub>2</sub>に対してK1バイト(=10100010; Switch Request)を送る。現用端局11<sub>2</sub>は該切替要求のK1バイトを受信すると、現用回線WK2をブリッジし、K1バイト(Switch Request)に対する応答であるK2バイト(Switch Response)を現用端局21<sub>2</sub>に送る。現用端局21<sub>2</sub>は該K2バイト(Switch Response)を受信することにより現用回線WK2から予備回線PTCTに切り替わる。かかる状態で、現用回線WK1において信号消失が発生すると、現用中継局71<sub>1</sub>は予備B局を介して対向局である現用端局11<sub>1</sub>に向けてK1バイト(=11000010; Switch Request)を送る。この場合、予備B局はK1バイトを受信すると図17の処理を行い(ステップ201→202→215)、該K1バイト(=11000010; Switch Request)を予備A局に送出する。

【0086】予備A局は図16の処理を行い(ステップ101→102→103→106→104→105)、現用端局11<sub>2</sub>に切替解除(Removed Bridge)を指示すると共に、現用端局11<sub>1</sub>に対してブリッジを指示する。ブリッジ制御実行後、現用端局11<sub>1</sub>はK1バイトの応答であるK2バイト(=00011100; Switch Response)を現用中継局71<sub>1</sub>に送る。現用中継局71<sub>1</sub>は該K2バイト(Switch Response)を受信することにより現用回線WK1から予備回線PTCTに切り替わる。以上と並行して、現用端局21<sub>2</sub>は切替を継続するために、現用端局11<sub>2</sub>に向けてK1バイト(=10100010; Switch Request)を送る。このK1バイトは予備D局、予備C局を介して予備B局に到る。予備B局はK1バイトを受信すると図17の処理を行う(ステップ201→202→218以降)。この場合、予備B局は既にプロテクトラインPTCTを中継局71<sub>1</sub>に切替中であるから、ステップ218で「YES」となり、それまでの切替要求と今回の切替要求の優先度を比較する。今回のK1バイト(Switch Request)の優先度の方が低いから、K1バイト(=10100010; Switch Request)の受け付けを拒絶するためのK2バイト(=00101011; Reject)を作成し、該K2バイトを予備C局を介して予備D局に送出する。予備D局はK2バイト(=00101011; Reject)を受信すれば、現用端局21<sub>2</sub>に切替解除(Removed Switch)を指示する。以上により、後から優先度の高い切替要求が発生すると、該切替要求が指示する障害回線を救済することになる。

【0087】(h) その他の二重障害

図28～図33はその他の二重障害発生時におけるK1/K2バイトによる切替手順説明図である。図28はA-D局間の現用回線WK2でSD(Signal Degrade)による障害(×印)が発生して切替後、C-F局間の現用回線WK3で切替優先度の高いSF(Signal Failure)による障害(××印)が発生した場合である。かかる場合には、各予備局A～Fは図16、図17の処理を実行して最終的に、切替優先度の高い、後から発生したK1バイト(=1

1000011:Switch Request)が指示する現用回線WK3を救済する。

【0088】図29はC-F局間の現用回線WK3でSD (Signal Degrade)による障害(×印)が発生して切替後、A-D局間の現用回線WK2で切替優先度の高いSF (Signal Failure)による障害(××印)が発生した場合である。かかる場合には、各予備局A～Fは図16、図17の処理を実行して最終的に、切替優先度の高い、後から発生したK1バイト (=11000010:Switch Request)が指示する現用回線WK2を救済する。図30はC-D局間の現用回線WK1でSD (Signal Degrade)による障害(×印)が発生して切替後、A-F局間の現用回線WK4で切替優先度の高いSF (Signal Failure)による障害(××印)が発生した場合である。かかる場合には、各予備局A～Fは図16、図17の処理を実行して最終的に、切替優先度の高い後から発生したK1バイト (=11000100:Switch Request)が指示する現用回線WK4を救済する。

【0089】図31はA-F局間の現用回線WK4でSD (Signal Degrade)による障害(×印)が発生して切替後、A-B局間の現用回線WK1で切替優先度の高いSF (Signal Failure)による障害(××印)が発生した場合である。かかる場合には、各予備局A～Fは図16、図17の処理を実行して最終的に、切替優先度の高い、後から発生したK1バイト (=11000001:Switch Request)が指示する現用回線WK1を救済する。図32はA-B局間の現用回線WK1でSD (Signal Degrade)による障害(×印)が発生して切替後、A-D局間の現用回線WK2で切替優先度が同一のSD (Signal Degrade)による障害(××印)が発生した場合である。かかる場合には、各予備局A～Fは図16、図17の処理を実行し、最終的に最初の切替要求に係るK1バイト (=10100001:Switch Request)が指示する現用回線WK1の救済を継続する。

【0090】図33は切り戻し待機中に障害が発生した場合の切替制御手順である。A-F局間の現用回線WK4で障害(×印)が発生してプロテクトラインPTCTに切り替わり、しかる後、該障害回線WK4が復旧する。復旧により切り戻し要求が発生するが、WTR (Wait-to-restore)を発行して予め設定したWTR時間切り戻しを待機する。かかる切り戻し待機中に、A-B局間の現用回線WK1でSF (Signal Failure)による障害(××印)が発生すると、切り戻し待機が解除され、障害回線が救済される。

#### 【0091】(G) 補足

##### (a) 補足1

SONETで規定されているOHB(オーバヘッドバイト)のうち、K1/K2バイトは切替に関する情報の授受を行うために用いられる。K1バイトは主に切替の命令に用いられ、K2バイトは主にその応答に用いられる。1:N Point-to-pointシステムは、切替区間は1つであり、端局はLTE装置、中継局はREG装置のみで構成される。SONE

Tではこの1:N Point-to-pointシステムのみが規定されている。K1/K2バイトは端局で終端されている。切替方向はUni-ディレクションとBi-ディレクションの2通りがある。1:Nネステッド切替システムは、両端局間に切替の区間が複数存在し、また各ライン毎に異なる切替の区間を持つ事ができるシステムである。このシステムはLTE装置、REG装置およびLNR ADM装置によって構成される。端局には通常LTE装置が用いられるが、LNR ADM装置を用いる事も可能である。この場合には、片側区間だけの切替を行うように設定することができ、その設定にはTL-1メッセージを用いる。このようにLNR ADM装置を用いる事で、将来の増設を簡単に行う事ができる。

【0092】中継局で低次群信号のADD/DROPを行う場合にはLNR ADM装置もしくはLTE装置のBack-to-back構成が用いられる。ADD/DROPをおこなう必要がない中継局にはREG装置が用いられる。K1/K2バイトは端局およびLNR ADM装置を用いている中継局で終端されている。LNR ADM装置を用いている中継局では受信したK1バイトを終端する場合とそのまま次の中継局にスルーする場合がある。その局で切替を管理しているラインに対するK1バイトであれば終端し、そうでない場合はスルーして次の中継局にそのまま伝える。但し、既にその区間が他のプライオリティが高い要因によって切り替えられている場合には、K2バイトを用いてK1バイトの発信局に対してリジェクトする事を伝える。切替方向はUni-ディレクションのみである。

##### 【0093】(b) 補足2

WTR (Wait to Restore) 機能は、切替解除命令が発生した直後に切り戻すのではなく、一定時間後に切り戻す事で不安定な信号や不具合による切替のパタつきを防止する。装置内にタイマーを持たせてこの機能を有することが出来る。時間の設定はTL-1メッセージを用いておこなう事が出来る。この時にSONETで規定されている時間範囲(5～12分)より短く設定できるタイマーを設け、設定可能とする事で、システム確認試験等の時間を短縮することができる。

##### 【0094】(c) 補足3

装置内のメモリーに記憶させなければならない管理情報(各現用回線のライン番号や切替を管理しているライン番号)をTL-1メッセージを介して、OS/CIDから設定をおこなうことができる。従って、他局からの集中設定も可能である。

##### 【0095】(d) 補足4

ライン切替機能のエクササイズ時に、実際にブリッジ制御をおこなうと、プロテクションラインを流れているPCA信号が断になってしまう。そこで、本システムではブリッジ制御を行わずに局内系の光ユニットの動作だけを確認するようにする。正しく動作していればエクササイズPass、正しく動作しなければエクササイズFailと判断する。また、スイッチ制御、ブリッジ制御および光ユ

ニットの発光も行わずにK1/K2バイトの受け渡しが行われておこなわれている事を確認することで自己診断する。正しくおこなわれていればエクササイズPass、正しく行われていなければエクササイズFailと判断する。

【0096】(e) 補足5

K1/K2バイト処理部(OHB処理部)にネステッド切替システムの機能とPoint-to-point切替システムの機能を同時に持ち、それらのモードをTL-1メッセージを介してOS/CIDから任意に変更するようにする。このようにすれば、OHB処理部を適宜に使い分ける事ができる。

【0097】(f) 補足6

1:Nネステッド切替システムにおいてプロテクションラインに用いられているLNR ADM装置は、自局で管理しているライン番号を認識しており、受信したK1バイトが自局の管理ラインに対するものであれば終端し、そうでなければスルーし次の中継局もしくは端局にそのまま送出する。ただし、自局が管理しているラインでない場合でも、既にその区間が切り替わっていて、しかも切替プライオリティが高い場合には、リジェクト命令をK2バイトを介してK1バイトを発信した局に返送する。

【0098】(g) 補足7

LTE装置を用いたD/I構成の局では、スルー信号をBack-to-back接続する為、全回線数分の低次群シェルフが必要である。しかし、LNR ADM装置を用いた場合には装置内のTSA機能を使うことで、スルー信号のための低次群シェルフを省くことができる。またADD/DROPする信号についても、LTE構成のD/Iに比べて半分の低次群シェルフで充分になる。このようにLNR ADM装置を用いる事で、必要な低次群シェルフを大幅に削減する事ができる。

【0099】(h) 補足8

切替のプライオリティ順序についてはSONETで規定されているが、顧客によってはそれとは異なるプライオリティ順序を要求している。そこでプライオリティ順序をTL-1メッセージを介してOS/CIDから変更できる機能を持たせ、顧客の要求により優先度の設定変更を可能にしてフレキシブルなプライオリティ順序をサポートする。

【0100】(i) 補足9

通常時のプロテクションラインの多重化部(MUX部)は、PCA信号の低次群信号の構成(コンカチネーションの有無)に沿って処理を行っている。切替が発生した場合には、切り替えられたラインの信号はプロテクションラインのMUX部で処理されるため、現用回線と予備回線の構成が違う場合には、実際の信号の構成には合わない処理が行われて信号の伝送が正しく行われなくなる。従って、MUX部に自動的にコンカチネーション信号を認識する機能を持たせて、切替発生と共にPCA用から切り替えられたライン用の設定に自動的に切り替える事を可能とする。このようにすれば、信号毎に異なる低

次群信号の構成に合わせて、正しく処理を行うことが出来る。今までは全現用回線のトリビュタリ信号の構成を合わせる必要があった。

【0101】(j) 補足10

1+1ライン切替システムから1:Nライン切替システムへ変更する場合には、システム変更中に切替が発生しないようにロックアウト制御をおこない、その後システムの構成を変更する。また、装置モード変更をした際、回線の情報(クロスコネクト等)は、全て保持するようにする。これらの制御はTL-1メッセージを介して、OS/CIDから行う事ができ、主信号を断にしないでシステムの変更を行う事ができる。

【0102】(k) 補足11

現在のK1/K2バイトの情報量では、最大で14本の現用回線を持つ切替システムしか管理出来ない。しかし、SONETで規定されているOHBの中には未定義のバイトが含まれており(例えばZ1/Z2バイト)、そのバイトを用いることで情報量を増やし、15本以上の現用回線を持つ切替システムを管理する。

【0103】(l) 補足12

LNR ADM装置が通常持っている切替機能をTL-1メッセージによりOS/CIDから変更する。通常のLNR ADM装置はEAST/WEST両側の切替を管理する事ができるが、それを片側だけの切替を管理するように限定する機能を持たせる。このように限定するとLTE装置と同じ機能になるが、これによりシステムタイプの変更(LTE装置からLNR ADMへの変更)を行わずにEAST/WEST片側設定を両側に変更するだけで容易に、シェルフを増設したりする事なく、システムの増設を行う事ができる。また、LNR ADM装置を設置する局が切替区間の境目にある時は、EAST/WESTの切替を独立に行う設定に変更できるようにする。この場合にはLTE装置2台と同じ機能になるが、将来の切替区間の切替等をシステムタイプの変更なしに、設定の変更だけで行うことができる。

【0104】(m) 補足13

1:Nネステッド切替システムでは、PCAは最端局間を切替区間とする場合でしか使用できない。この為ある区間で切替が発生した場合には、PCAはまったく使用できなくなってしまう。この場合に、各中継局のプロテクションラインのMUX部に、低次群信号のADD/DROP機能を持たせる事で、各中継局間でPCAを使用する事ができ、その区間に実際に切替が発生しない限り、PCAを使用する事ができる。このようにする事で、プロテクションラインを効率良く使用する事ができる。

【0105】(n) 補足14

①SONET規格の1:N Point-to-pointシステムと、オリジナルの1:Nネステッド切替システムの両方が、同一のファームウェア上に搭載されていない場合、あるいは、②SONETで決まったNestedプロトコルへの変更の場合、システム変更を行うにはユニットの交換が必要となる。し

かし、ソフトウェアダウンロード機能を用いる事により、ユニット交換を行わないでシステムを変更することが可能となる。しかもTL-1メッセージを使って、OS/CIDから設定を行う事が出来るので、システム変更時の作業が大幅に削減される。

#### 【0106】(o) 補足15

通常時のプロテクションラインのMUX部は、PCA信号の低次群信号の構成（コンカチネーションの有無）に沿って処理を行っている。切替が発生した場合には、切替えられたラインの信号はプロテクションラインのMUX部で処理されるため、現用と予備用で違う構成の場合には、実際の信号の構成には合わない処理が行われ、信号の伝送が正しく行われなくなる。そこで切替が発生した時には、プロテクションラインのMUX部は多重・分離を行わずに、高次群信号を電気信号に変換後そのまま（この場合はSTS-48信号）、現用ラインのMUX部へ送出する。これにより、各現用ラインのトリビュタリの種類を意識する事なく、正しく処理をおこなう事が出来る。LTE装置、REG装置およびLNR ADM装置では、装置毎にSONET規格に則した、異なるOH B処理を実行する必要がある。従って、従来は装置モードを変更する為には、各OH B処理機能を持つHS2Hというユニットの交換が必要であった。そこでこのOH B処理機能をHS2Hユニット内のソフトウェア部に持たせると、TL-1メッセージを使って、OS/CIDから装置モードを変更する事が出来るようになり、ハードウェアの変更が不要となる。

#### 【0107】(p) 補足16

LTEのBack-to-back構成とLNR ADMでは、K1/K2のコマンドの処理ルートが異なっている。すなわち、Back-to-back構成ではShelf1がEast側、Shelf2がWest側、LNR ADMでは、Shelf1がEast-to-West、Shelf2がWest-to-Eastである。このため、各ラインのShelf1同士、Shelf2同士を接続してK1/K2の装置間のフレキシブルなルートを確立する。そして、各装置が自分の装置モードを認識してコマンドを送信するようにする。また、BRIDGEコマンドをLNR ADMのShelf1が受信した時には、Shelf2に装置間接続を使って送信する事を可能とする。このようにすることにより、D/I局でBack-to-back構成とLNR ADMを混在させる事が可能となる。

#### 【0108】(q) 補足17

LNR ADM装置のMUX部に、REG装置のMUX部と同様のスルー機能を持たせる事により、LNR ADM装置をREG装置として用いる事が出来る。従って、LNR ADM構成のREG装置を中継局にすることにより、簡単にD/I局に変更する事が出来るようになる。

#### (r) 補足18

以上の説明では、高次群信号をOC-48光信号として説明したが、本発明はOC-48光信号に限らず、それ以外のものについても適用される。例えば、OC-12信号や将来開発される予定のOC-192信号等についても適用する事が出

来る。又、以上の説明では、低次群信号をDS3、STS-1、OC-3、OC-12信号として説明したが、本発明はこれの信号に限らず、それ以外の場合にも適用する事が出来る。

#### 【0109】(s) 補足19

以上述べてきたように、TL-1メッセージ（メッセージ文法が規定されている）を有効に利用したシステム構成とする事により、ユーザーによる各種の設定や切替命令等を簡易に、しかもマンマシْنَ系を一つにした統一された手順でおこなう事ができるようになる。また、SONETの規格の中で、1:Nシステムに関する項目はPoint-to-pointシステムに関しては詳しく記述されているが、ネステッド切替システムに関しては十分な記述がなされていない。本発明によれば、1:Nネステッドシステムにおけるライン切替を正しく行うことができる。以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は請求の範囲に記載した本発明の主旨に従い種々の変形が可能であり、本発明はこれらを排除するものではない。

#### 【0110】

【発明の効果】以上本発明によれば、SONET規格の各種問題点を解決する光伝送システム及び光伝送路切替制御方法を提供することができる。すなわち、1:Nポイントツーポイントシステムや1:Nネステッドシステムにおけるライン切替を正しく行うことができる。本発明によれば、現用回線のエクササイズの実行時に予備回線を利用して流されている信号（PCA）が断にならないようにできる。本発明によれば、障害の重要さによる切替プライオリティとラインの重要さによる切替プライオリティの優先レベルを適宜変更することができる。本発明によれば、1システム当たりの現用回線の数15本以上にすることができる。本発明によれば、伝送路を複数の区間に分けて区間毎に伝送路の切替を正確に行える光伝送システム及び光伝送路切替制御方法を提供できる。本発明によれば、WTR (Wait To Restore)の時間を任意に変更することができる。本発明によれば、従来の光伝送システムが有する問題点を除去することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムの構成図である。

【図2】1:Nライン切替リニアADMシステムの構成図である。

【図3】1:Nライン切替ネステッドシステムの構成図である。

【図4】HSシェルフの構成図である。

【図5】自己診断説明図（平常時）である。

【図6】自己診断説明図（SONET規格によるExercise）である。

【図7】本発明の自己診断説明図である。

【図8】OH B処理部の保持情報説明図である。

【図9】Z1、Z2バイト説明図である。

【図10】1:Nポイントツーポイントシステムのライン



切替制御方式(第1方式)の説明図である。

【図11】1:Nポイントツーポイントシステムのライン切替制御方式(第2方式)の説明図である。

【図12】1:NリニアADM光伝送システムにおけるライン切替制御方式(第1方式)の説明図である。

【図13】1:NリニアADM光伝送システムにおけるライン切替制御方式(第2方式)の説明図である。

【図14】1:Nネステッド光伝送システムにおけるライン切替制御方式(第1方式)の説明図である。

【図15】1:Nネステッド光伝送システムにおけるライン切替制御方式(第2方式)の説明図である。

【図16】区間左側APSコントローラの切替要求受信時の処理フローである。

【図17】区間右側APSコントローラの切替要求受信時の処理フローである。

【図18】ソフトウェア、データ等の入力系の構成図である。

【図19】K1/K2バイトによる切替制御(平常時)の説明図である。

【図20】K1/K2バイトによる切替制御(自己診断)の説明図である。

【図21】K1/K2バイトによる切替制御(マニュアル切替)の説明図である。

【図22】K1/K2バイトによる切替制御(フォースドスイッチ)の説明図である。

【図23】K1/K2バイトによる切替制御(予備回線ロックアウト)の説明図である。

【図24】K1/K2バイトによる切替制御(現用回線ロックアウト)の説明図である。

【図25】K1/K2バイトによる切替制御(WTR)の説明図である。

【図26】K1/K2バイトによる切替制御(二重障害)の説明図である。

【図27】K1/K2バイトによる切替制御(二重障害)の説明図である。

【図28】K1/K2バイトによる切替制御(二重障害)の説明図である。

【図29】K1/K2バイトによる切替制御(二重障害)の説明図である。

【図30】K1/K2バイトによる切替制御(二重障害)の説明図である。

【図31】K1/K2バイトによる切替制御(二重障

害)の説明図である。

【図32】K1/K2バイトによる切替制御(二重障害)の説明図である。

【図33】K1/K2バイトによる切替制御(切り戻し待機中における障害発生時)の説明図である。

【図34】HSシェルフの構成図である。

【図35】TRIBシェルフの構成図である。

【図36】LTE、LNR ADMの構成図である。

【図37】LTEのバックツーバック接続の構成図である。

【図38】ポイントツーポイントシステムの構成図である。

【図39】リングシステムの構成図である。

【図40】リニアADMシステムの構成図である。

【図41】1+1ライン切替ポイントツーポイントシステムの構成図である。

【図42】1:Nライン切替ポイントツーポイントシステムの構成図である。

【図43】SONET OC-3フレームフォーマット説明図である。

【図44】SONET OC-12フレームフォーマット説明図である。

【図45】K1バイト説明図表である。

【図46】K2バイト接続図表である。

【図47】Uni-ディレクショナルモード、Bi-ディレクショナルモードにおけるK1/K2バイトの送受シーケンス説明図である。

【符号の説明】

11<sub>1</sub>～11<sub>N</sub>・・・一方の現用端局

11<sub>0</sub>・・・一方の予備端局

21<sub>1</sub>～21<sub>N</sub>・・・他方の現用端局

21<sub>0</sub>・・・他方の予備端局

31<sub>0</sub>～31<sub>N</sub>, 32<sub>0</sub>～32<sub>N</sub>, 33<sub>0</sub>～33<sub>N</sub>・・・信号再生装置REG

71<sub>0</sub>～71<sub>N</sub>, 72<sub>0</sub>～72<sub>N</sub>, 73<sub>0</sub>～73<sub>N</sub>・・・LNR ADM構成の中継局

82<sub>1</sub>, 83<sub>2</sub>・・・バックツーバック接続構成の中継局(LTE-LTE)

PTCT・・・予備回線

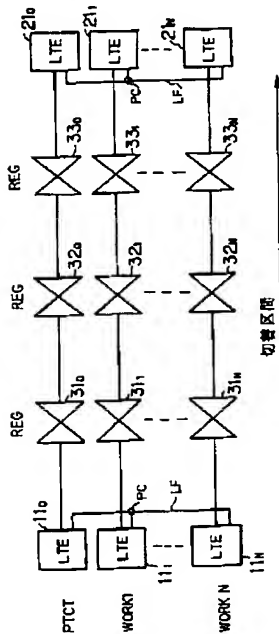
WORK1～WORKN・・・現用回線

PC・・・フォトカプラ

LF・・・光ファイバ

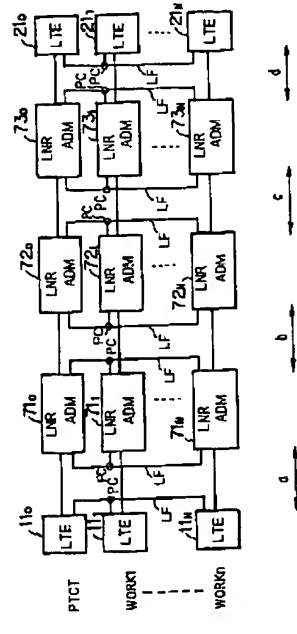
【図1】

1:Nライン切替ポイントツーポイントシステム



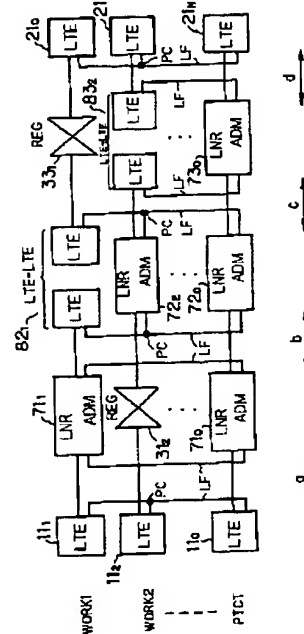
【図2】

1:Nライン切替 Linear ADM システム



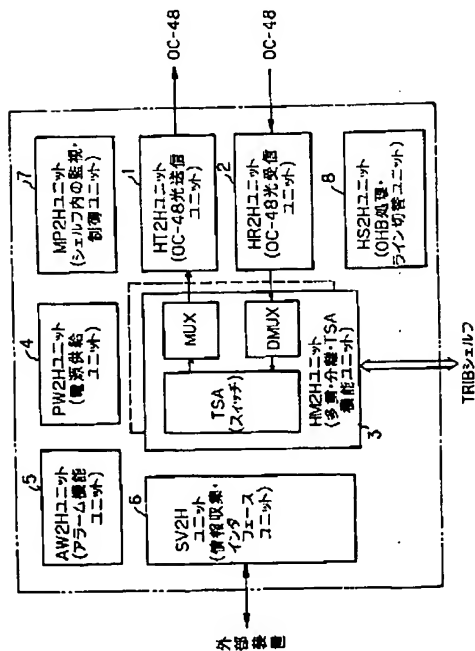
【図3】

1:Nライン切替 Nested システム



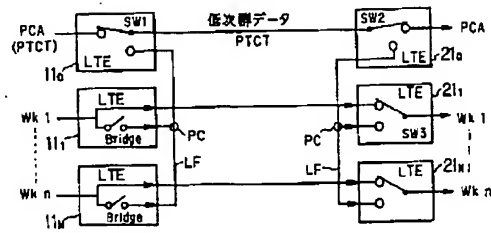
【図4】

HSシェルフの構成



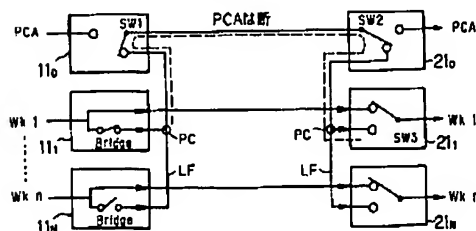
【図5】

自己診断説明図(平常時)



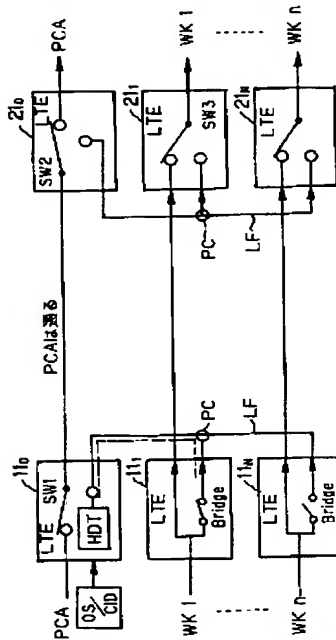
【図6】

自己診断説明図(SONET規格によるExercise)



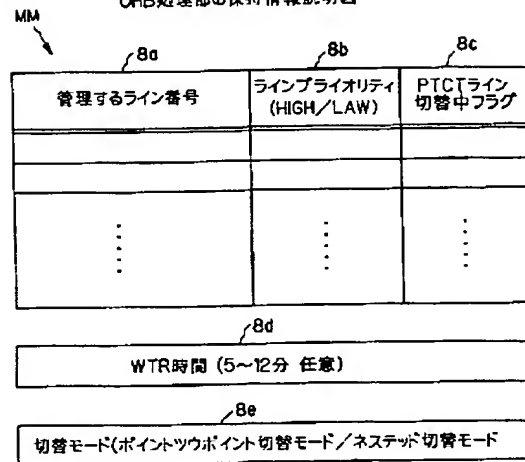
【図7】

本発明による自己診断説明図

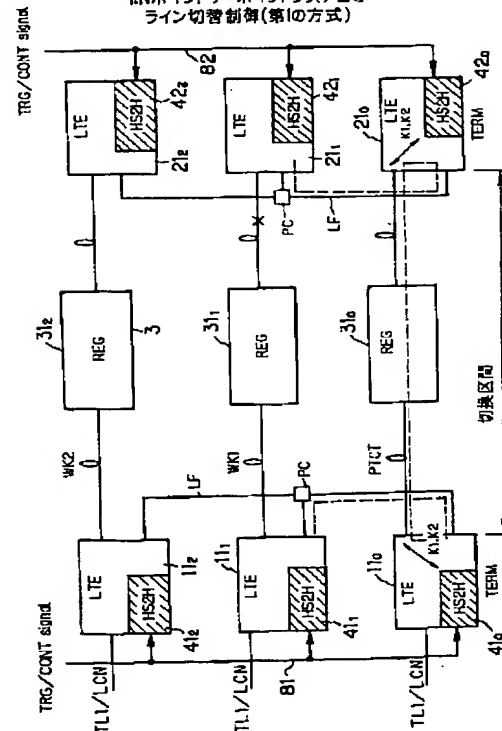


【図8】

OIB処理部の保持情報説明図



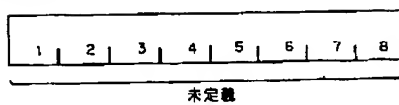
【図10】

Nポイントツウポイントシステムの  
ライン切替制御(第1の方式)

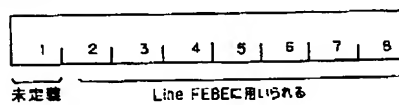
【図9】

Z1, Z2 バイト説明図

(a) Z1バイト

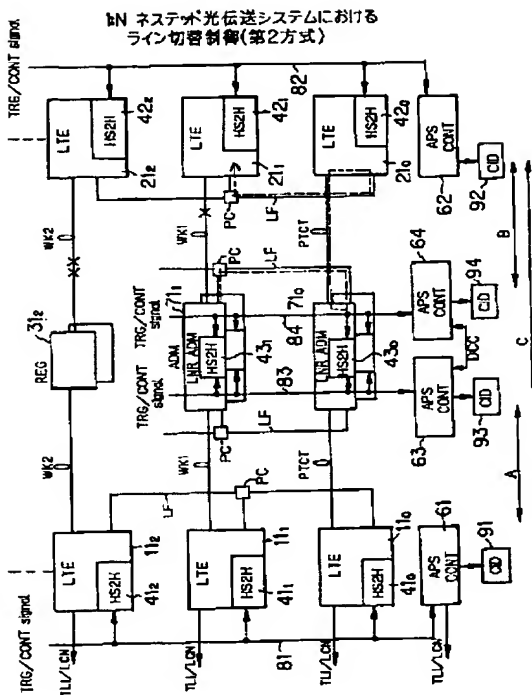


(b) Z2バイト

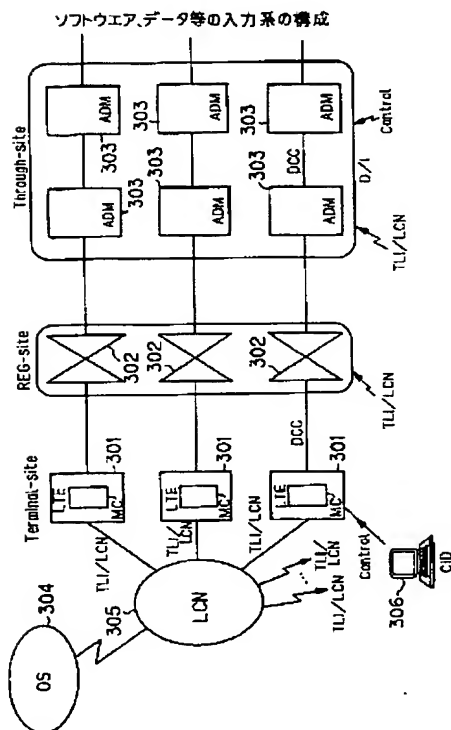




【図15】

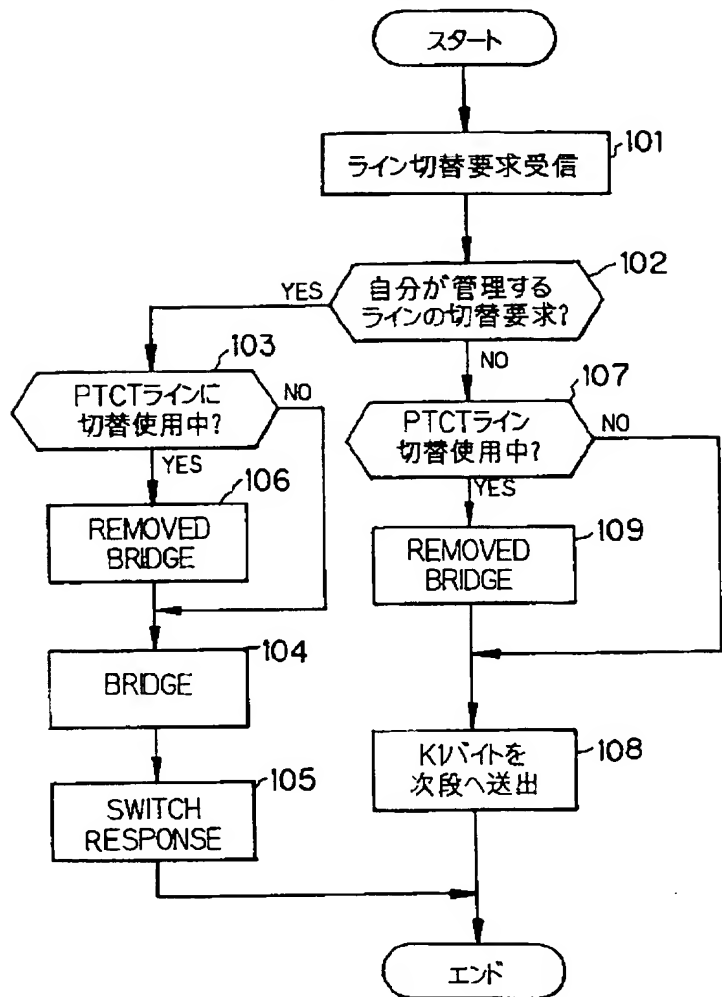


【図18】



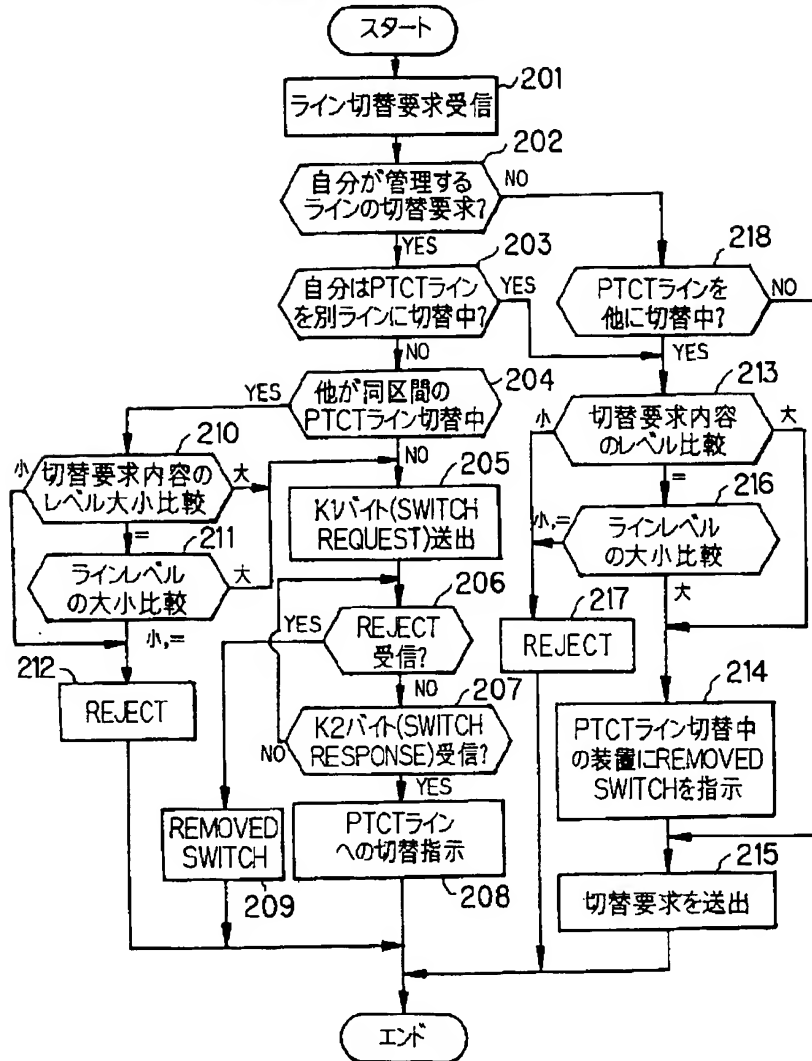
【図16】

区間左側のAPSコントローラの  
切替要求受信時の処理



【図17】

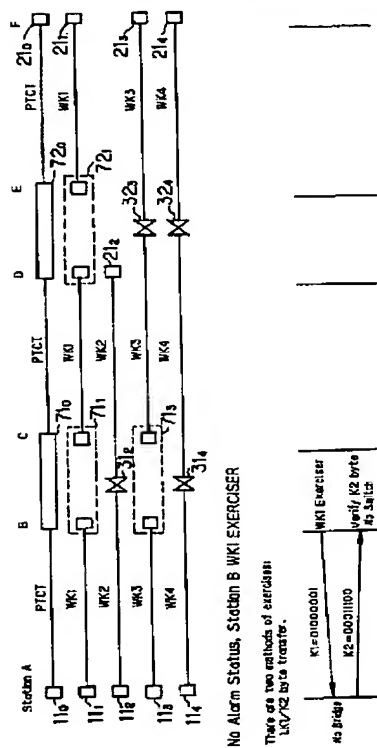
区間右側のAPSコントローラの  
切替要求受信時の処理





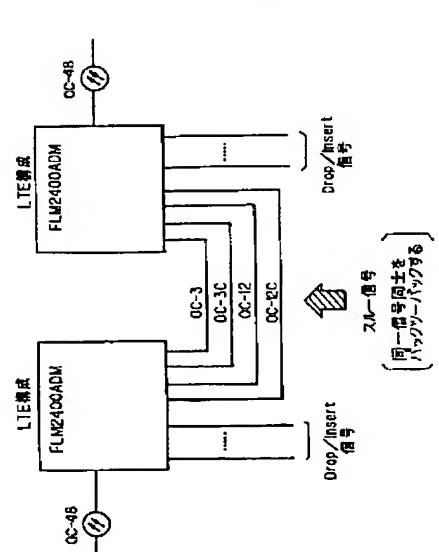
【図38】

K1/K2バイトによる切換制御(自己診断)



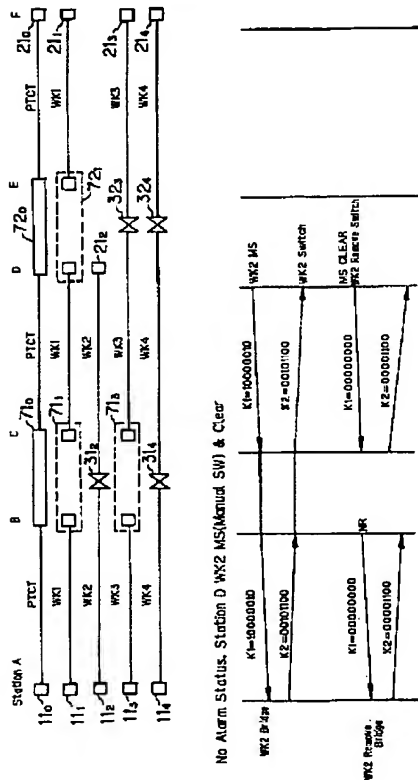
【図37】

## LTEのバックツリーバック接続



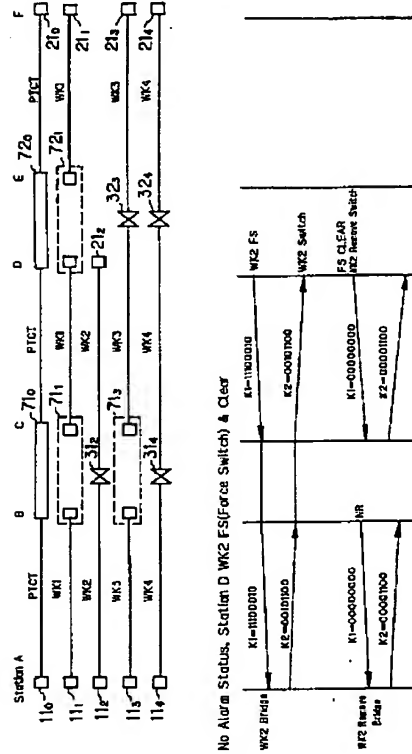
【図21】

K1/K2バイトによる切換制御(マニュアル切替)

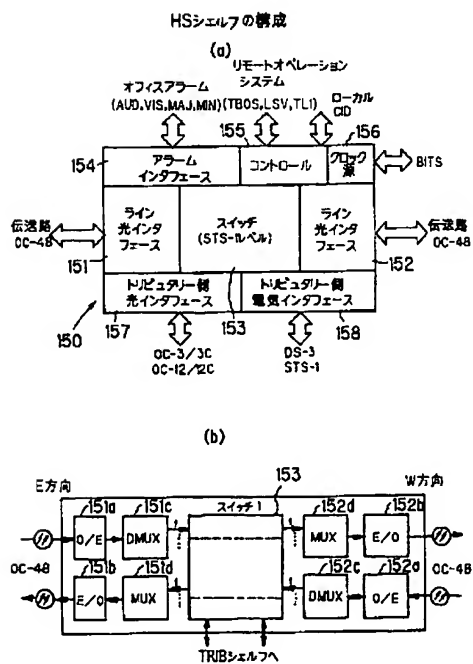


【図22】

K1/K2バイトによる切換制御(フォーススイッチ)



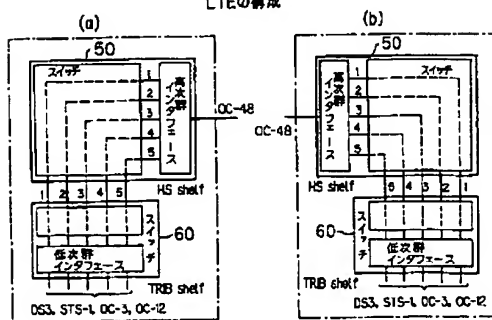
【図34】



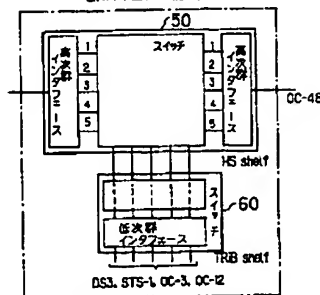
【図36】

LTE, LNR ADMの構成図

LTEの構成

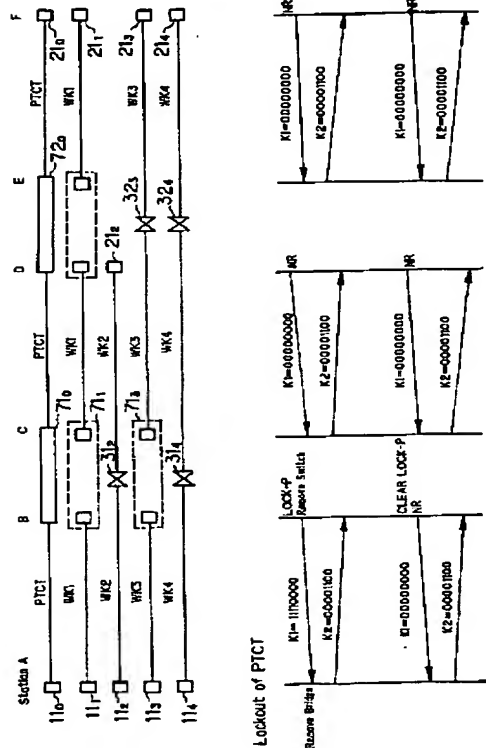


LNR ADMの構成



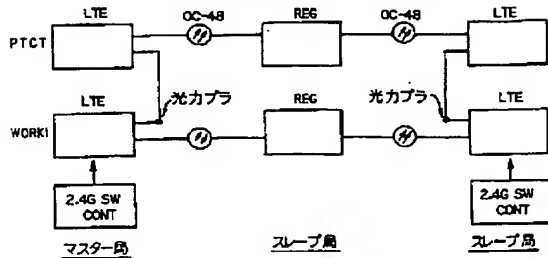
【図23】

K1/K2バイトによる切換制御(予備回線のロックアウト)



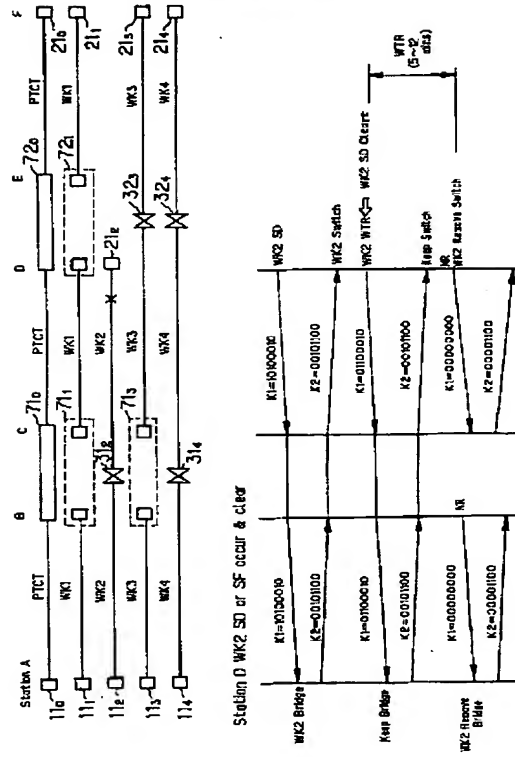
【図41】

1+1 ライン切替 Point-to-point システム



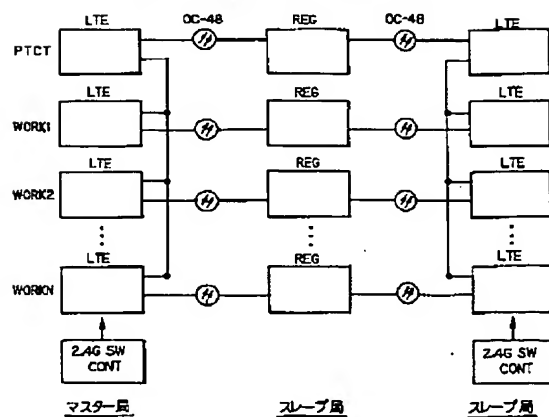
【図25】

K1/K2バイト切換制御(WTR)



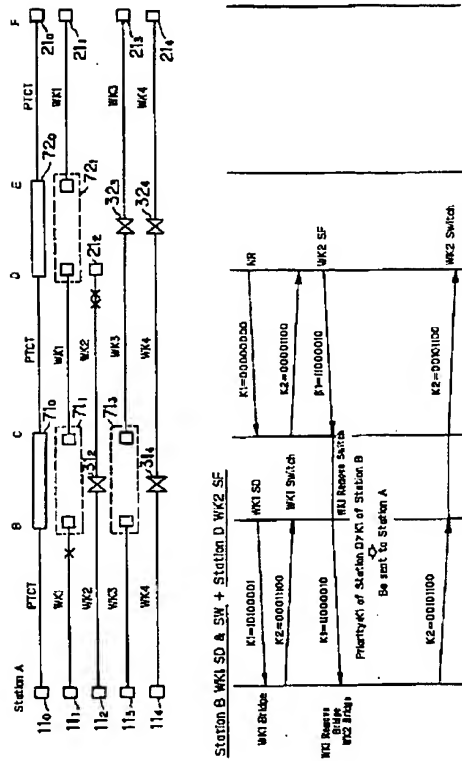
【図42】

1:N ライン切替 Point-to-point システム



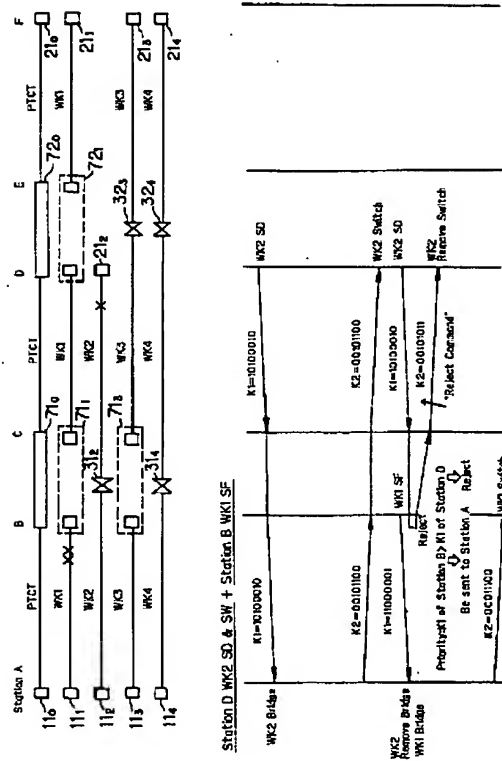
【図26】

K1/K2バイトによる切換制御(二重障害)



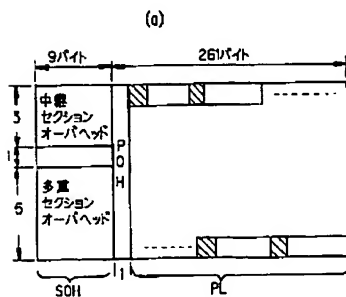
【図27】

K1/K2バイトによる切換制御(二重障害)



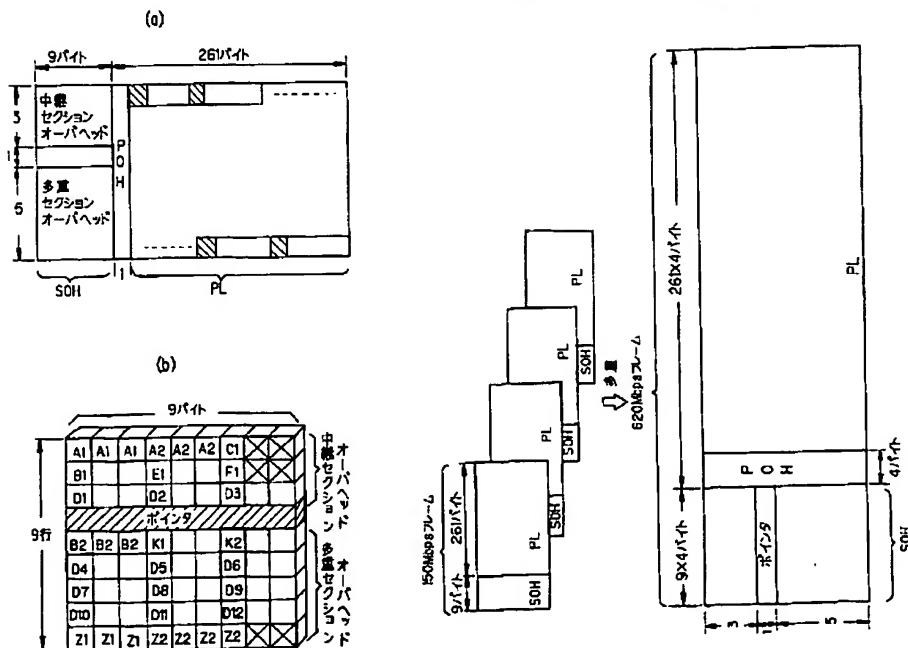
【図43】

SONET OC-3フレームフォーマット説明図



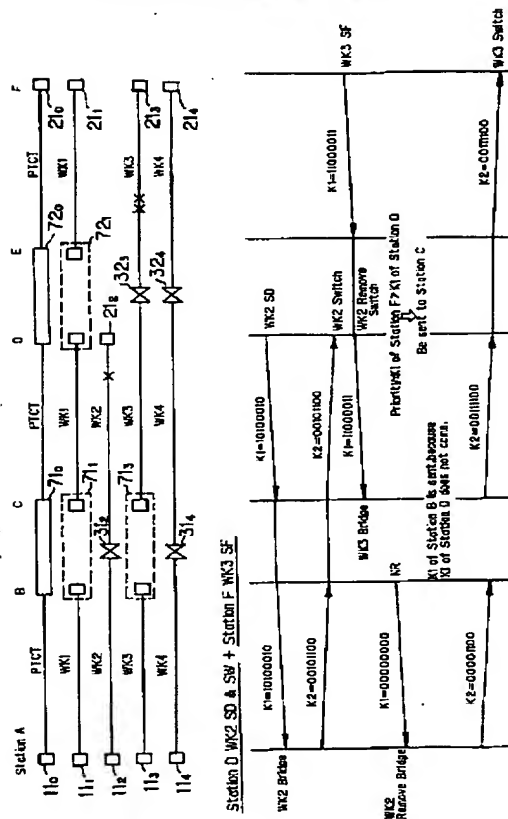
【図44】

SONET OC-12フレームフォーマット説明図



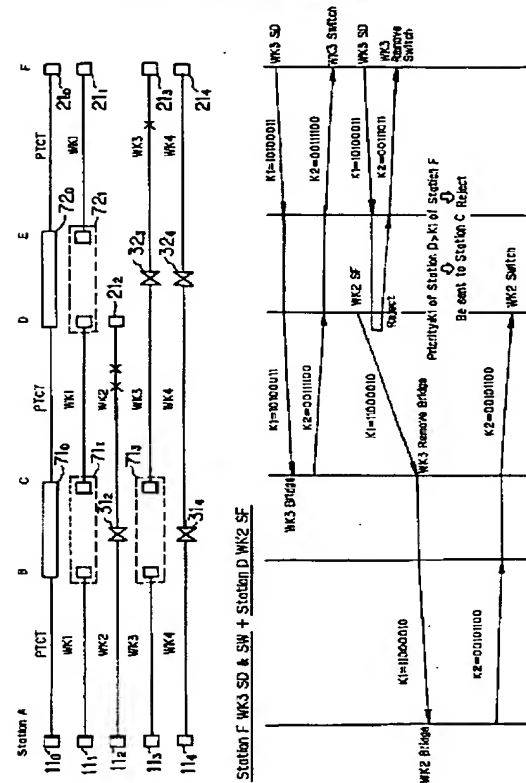
【図28】

K1/K2バイトによる切換制御(二重障害)



【図29】

K1/K2バイトによる切換制御(二重障害)



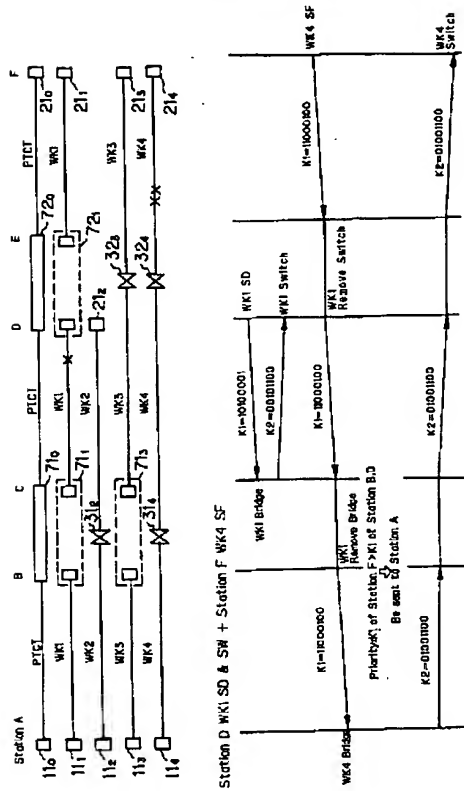
【図46】

K2 バイトの説明

ビット	
b <sub>7</sub> ~b <sub>6</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>受信K1バイトがヌルチャネル(0)の場合にはヌル</li> <li>その他の場合には保護のためにブラッジされたチャネル番号</li> </ul>
b <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>"1" ... H-1 ネットワーク</li> <li>"0" ... E-1 ネットワーク</li> </ul>
b <sub>4</sub> ~b <sub>0</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>"101" ... 双方向スイッチング</li> <li>"100" ... 単一方向スイッチング</li> <li>"011" ... ln D/I プロテクションスイッチング</li> <li>"010"</li> <li>"001"</li> <li>"m" ... AIS(Alarm Indication Signal)</li> <li>"no" ... FERF(Far End Receive Failure)</li> </ul>

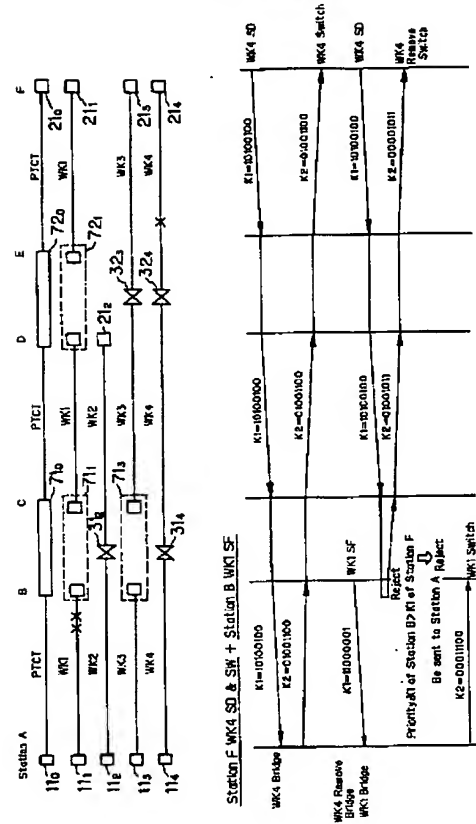
【図30】

K1/K2バイトによる切換制御(二重障害)



【図31】

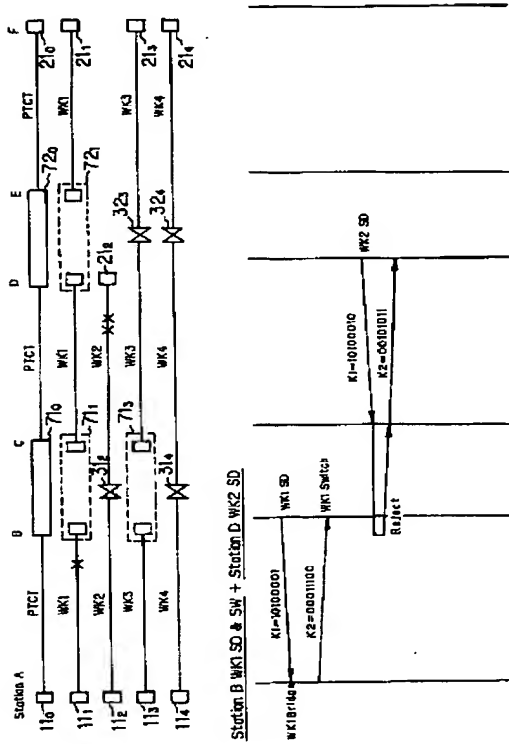
K1/K2バイトによる切換制御(二重障害)





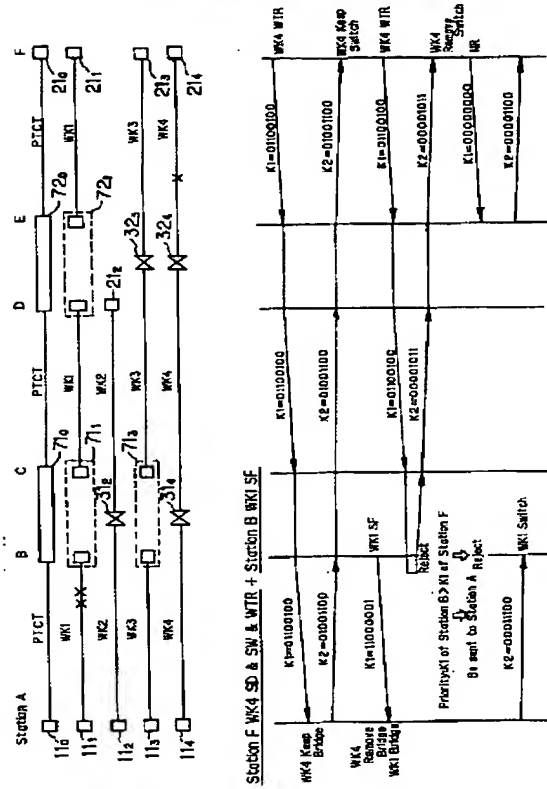
【図32】

K1/K2バイトによる切換制御(二重障害)

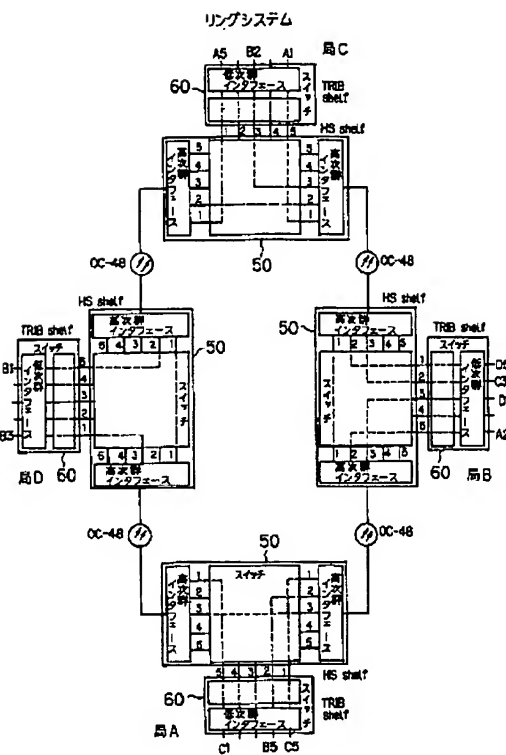


【図33】

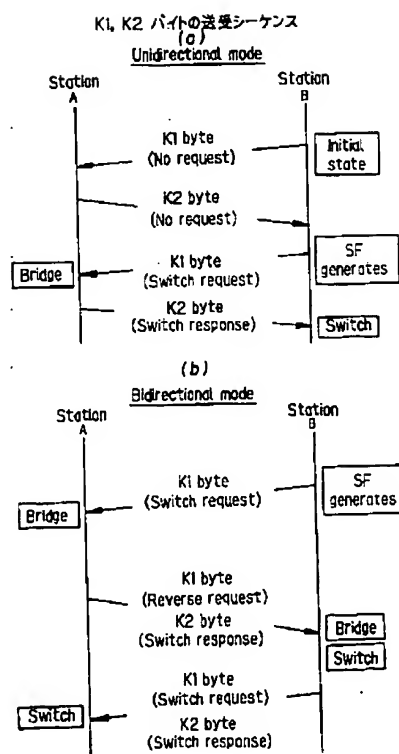
K1/K2バイトによる切換制御(切り戻し待機中における障害発生)



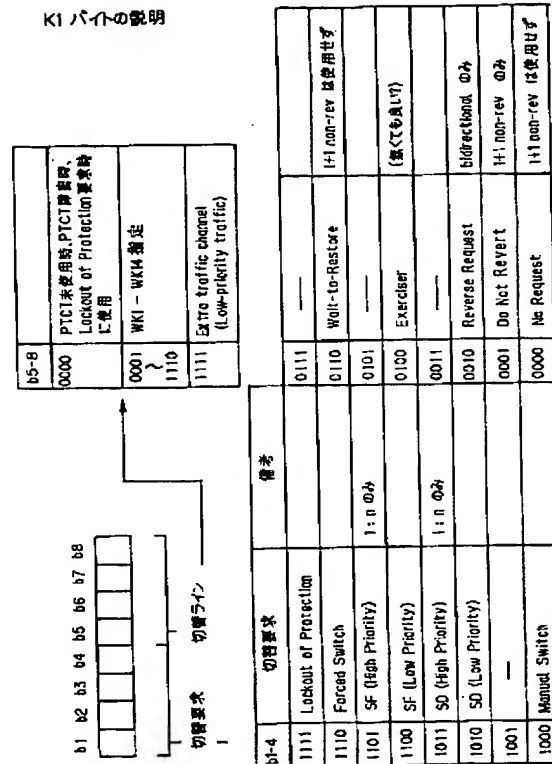
【図39】



【図47】



【図45】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 J 3/14

H 0 4 L 1/22

識別記号

片内整理番号

F I

H 0 4 B 9/00

技術表示箇所

K

N

(72) 発明者 伊川 史洋

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 内藤 寛治

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 森山 順一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

**This Page Blank (uspto)**